



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Unidad de Posgrado

**Efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*)
como insumo en la elaboración de yogurt**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Ciencias de los
Alimentos

AUTOR

Javier Saúl CÓRDOVA RAMOS

ASESOR

Fernando Gilbert QUEVEDO GANOZA

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Córdova J. Efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Unidad de Posgrado; 2016.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
UNIDAD DE POSGRADO

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

Siendo las 11:00 hrs. del 23 de junio del 2016 se reunieron en el auditorio de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el Jurado Examinador y Calificador de tesis, presidido por la Dra. Eloísa Máxima Hernández Fernández e integrado por los siguientes miembros: Dr. Fernando Gilbert Quevedo Ganoza (Asesor), Dr. Giovanni Martín Condorhuamán Figueroa, Mg. Norma Angélica Carlos Casas y el Mg. Luis Alberto Inostroza Ruiz; para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada: **EFFECTO DEL POLVO PROTEICO DE POTA (*Dosidicus gigas*) COMO INSUMO EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT** presentado por el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **JAVIER SAÚL CÓRDOVA RAMOS**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación el Jurado Examinador y Calificador de tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo:

17 (Diecisiete) - Muy Bueno

Luego, la Presidenta del Jurado recomienda que la Facultad proponga que se le otorgue al Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **JAVIER SAÚL CÓRDOVA RAMOS**, el Grado Académico de **Magíster en Ciencia de los Alimentos**.

Siendo las 12:20 hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en Lima, a las 12:40 hrs. del 23 de junio 2016.

Dra. Eloísa Máxima Hernández Fernández Dr. Fernando Gilbert Quevedo Ganoza (P.P., T.C.)

Presidenta

Miembro - Asesor

Dr. Yovani Martín Condorhuamán Figueroa (P.AUX., T.C.) Mg. Norma Angélica Carlos Casas (P.P., T.C.)

Miembro

Miembro

Mg. Luis Alberto Inostroza Ruiz (P. AUX.T.P.)

Miembro

Observaciones:

DEDICATORIA

A Dios, por mostrarme que la
vida es bella y que todos
aprendemos de todos, día a
día.

A mi madre y padre por su
inmenso apoyo, paciencia y
comprensión para el logro de
este objetivo.

A Luz por su gran paciencia,
cariño y amor para lograr este
fin.

AGRADECIMIENTO

A los colegas amigos por su apoyo incondicional, a lo largo del camino académico, para el desarrollo de esta humilde nueva idea de proposición científica.

A la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú e Instituto Tecnológico de Producción por brindarme las facilidades y apoyo en la ejecución de esta innovadora idea de producto alimenticio.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Situación problemática	2
1.2. Formulación del problema	3
1.3. Justificación teórica	4
1.4. Justificación práctica	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
 CAPITULO II	 7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Marco filosófico o epistemológico de la investigación	7
2.2. Antecedentes de investigación	7
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Pota	10
2.3.1.1 Taxonomía	10
2.3.1.2 Distribución y desembarque	10
2.3.1.3 Morfología y su composición física	13
2.3.1.4 Composición química y nutricional	14
2.3.2. Proteína	16
2.3.2.1 Utilización	17
2.3.2.2 Aislado proteico	17
2.3.2.3 Hidrolizados proteicos	18
2.3.2.4 Concentrado proteico	19
2.3.2.5 Polvos proteicos	19
2.3.3. Yogurt	21
2.3.3.1 Características fisicoquímicas	22
2.3.3.2 Características organolépticas	24

2.3.3.3 Evaluación sensorial	25
2.3.3.4 Prueba de aceptabilidad	25
CAPITULO III	26
METODOLOGÍA	26
3.1. Materiales	26
3.1.1. Materia prima e insumos	26
3.1.2. Reactivos	26
3.1.3. Equipos e instrumentos	27
3.2. Métodos	28
3.2.1 Evaluación de la leche y el polvo proteico de pota	28
3.2.2 Proceso de elaboración de yogurt	30
3.2.3 Evaluación del yogurt	33
CAPITULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Resultados	36
4.2 Discusión	59
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIÓN	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Composición física de la pota	14
Tabla 2. Análisis proximal de la pota	15
Tabla 3. Macro y microelementos de la pota	15
Tabla 4. Descripción de cada tratamiento producto de la investigación	32
Tabla 5. Composición química proximal de la leche	36
Tabla 6. Composición química proximal del polvo proteico de pota	36
Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas de la leche	37
Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas del polvo proteico de pota	37
Tabla 9. Valores de pH y acidez para yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	46
Tabla 10. Análisis de varianza y significancia para el pH del yogurt elaborado con adición de polvo de pota	47
Tabla 11. Análisis de varianza y significancia para la acidez del yogurt con polvo proteico de pota	48
Tabla 12. Viscosidad y sinéresis para yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de pota	49
Tabla 13. Análisis de varianza y significancia para la viscosidad del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	50
Tabla 14. Análisis de varianza y significancia para la sinéresis del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de pota	51
Tabla 15. Análisis de varianza y significancia para el sabor del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	52
Tabla 16. Análisis de varianza y significancia para el aroma del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	54

Tabla 17.	Análisis de varianza y significancia para la textura del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	55
Tabla 18.	Análisis de varianza y significancia para el color del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota	56
Tabla 19.	Composición química proximal para yogurt elaborado con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota	58
Tabla 20.	Recuento de coliformes, mohos y levaduras en yogurt con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Distribución geográfica del calamar gigante, <i>Dosidicus gigas</i>	11
Figura 2. Desembarques anuales del calamar gigante <i>Dosidicus gigas</i> , en el litoral peruano de 1980 al 2009	12
Figura 3. Calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	13
Figura 4. Proceso de obtención de yogurt con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	30
Figura 5. Evolución de la fracción másica de sólidos totales (línea) y sólidos solubles en función del tiempo, de la disolución de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> en agua destilada, a diferentes temperaturas.	39
Figura 6. Capacidad de solubilización en función del tiempo y temperatura, de la rehidratación del polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	40
Figura 7. Capacidad de solubilización de la rehidratación del polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> a diferentes temperaturas.	41
Figura 8. Caída del pH en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	43
Figura 9. Incremento de acidez en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	44
Figura 10. Incremento de viscosidad en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	45
Figura 11. Valores de pH del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	47

Figura 12.	Acidez del yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	48
Figura 13.	Viscosidad del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	49
Figura 14.	Sinéresis para el yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> .	50
Figura 15.	Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> , a nivel del atributo sabor.	52
Figura 16.	Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> , a nivel del atributo aroma.	53
Figura 17.	Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> , a nivel del atributo textura.	55
Figura 18.	Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> , a nivel del atributo color.	56
Figura 19.	Aceptación del yogurt elaborado a diferentes porcentajes de polvo proteico de <i>Dosidicus gigas</i> , a nivel del sabor, aroma, textura y color.	57

RESUMEN

El propósito fue evaluar el efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt y sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt. El polvo proteico de pota tuvo un contenido de proteína de 42 % y presentó un efecto positivo en las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt elaborado, tales como: bajo pH, alta acidez y viscosidad, poca sinéresis y agradable sabor, aroma, textura y color. Se trabajó con 6 tratamientos (5 tratamientos con adición de 1, 3, 5, 7 y 10 % p/v, de polvo proteico de pota, y un tratamiento control). La acidez aumentó a 1,05 %, ocasionando, disminución en el pH hasta 4,06, en el yogurt elaborado (tratamiento 5). La viscosidad resultó más alta (58900 cP) y la sinéresis más baja (0,10 %) en el tratamiento 5 (10 %, p/v). La cantidad óptima de utilización del polvo proteico de pota en la elaboración de yogurt fue de 3 % (p/v) (tratamiento 2) y tuvo las características: pH 4,31, acidez 0,85 %, viscosidad 40933 cP y sinéresis 0,90 %. La prueba de aceptabilidad indicó buena aceptación por parte de los panelistas; siendo el tratamiento 2 (3 %, p/v) la de mejor calificación promedio.

Palabras clave: polvo proteico, pota, *Dosidicus gigas*, yogurt, características fisicoquímicas y organolépticas.

ABSTRACT

The purpose was to evaluate the effect of protein powder jumbo squid (*Dosidicus gigas*) as an input in the production of yoghurt and physicochemical and organoleptic characteristics of yogurt. The protein powder jumbo squid had a protein content of 42 % and had a positive effect on the physicochemical and organoleptic characteristics of the prepared yogurt, such as low pH, high acidity and viscosity, low syneresis and pleasant taste, aroma, texture and color. It worked with 6 treatments (5 treatments with the addition of 1, 3, 5, 7 and 10 % w/v, jumbo squid protein powder, and a control treatment). The acidity increases to 1.05 %, causing, decrease in pH to 4.06, in the prepared yogurt (treatment 5). The viscosity was higher (58900 cP) and lower syneresis (0.10 %) in treatment 5 (10 %, w/v). The optimum amount of the protein powder using jumbo squid in preparing yogurt was 3 % (w/v) (treatment 2) and had the characteristics: pH 4.31, 0.85 % acidity, viscosity 40933 cP and syneresis 0.90 %. The acceptability test indicated good acceptance by the panelists; It is treatment 2 (3 % w/v) the best average rating.

Keywords: protein powder, jumbo squid, *Dosidicus gigas*, yoghurt, physicochemical and organoleptic characteristics.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Si bien se ha detectado una generalizada aceptación hacia los alimentos naturales y nutritivos en todos los países, la presente investigación aporta al desarrollo de un alimento con incorporación de un nuevo insumo nutritivo, en combinación con otros atributos fisicoquímicos y organolépticos del producto alimenticio a ser desarrollado. Entre las razones que motivaron la realización del trabajo de investigación, está la problemática alimentaria de países en vías de desarrollo como el caso del Perú, donde se dispone de diversos recursos alimenticios que generalmente se consumen sin valor agregado, lo que conlleva una corta vida útil, limitación en la distribución y pérdidas económicas. El polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo muestra propiedades fisicoquímicas adecuadas para su incorporación en el yogurt, tales como buena solubilidad, fácil incorporación al fluido. Entre las varias fuentes de proteínas que existen (tarwi, soya, suero de leche y otros), se eligió al polvo de pota por tener no sólo un alto contenido de proteína, también por su buena apariencia física y gran disponibilidad.

El yogurt es un alimento de consumo masivo, además, presenta la ventaja de ser un producto cuya formulación se puede modificar con la finalidad de aportar nutrientes procedentes de otros alimentos de origen vegetal o animal. En la elaboración del yogurt con polvo proteico de pota se tomó en cuenta la cantidad elevada de proteína que está presente en el polvo proteico de pota, así también, el comportamiento fisicoquímico dentro del sistema lácteo. Al respecto, como tendencia general se obtuvo que el tipo de insumo usado en el procesamiento del yogurt sea un factor de suma importancia. En consecuencia, el objetivo general de la presente investigación es evaluar el efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt y en sus características fisicoquímicas y organolépticas del producto final.

1.1 Situación problemática

La alimentación como medio de suministro de nutrientes, impone al ser humano la selección de los elementos de su dieta diaria, para cubrir las necesidades básicas de sobrevivencia en condiciones saludables. El yogurt es un alimento importante para este objetivo, así como para contribuir como complemento nutricional en dietas que así lo requieran. (Baró, Lara & Corral, 2010)

Además es conocido, a nivel global, que el mar peruano es uno de los más ricos del mundo en cuanto a variedad de especies y cantidad de biomasa se refiere. A lo largo de siglos, nuestro mar ha sido fuente de alimentos para consumo humano directo y en las últimas seis décadas sólo ha servido como fuente de materia prima para la industria de harina para alimentación animal, aceite de pescado y la de conservas, entre otras. Dentro de la actividad pesquera en el Perú, la pesca que se realiza en forma artesanal constituye la principal fuente de abastecimiento de alimentos hidrobiológicos al estado fresco para consumo humano. Una de las principales especies en la que se sustenta esta actividad es la puta (*Dosidicus gigas*), también llamada calamar gigante. (Díaz, Berger, Barrenechea & Mendoza, 2009).

La industria pesquera peruana es una actividad comercial que ha padecido periodos de crisis, que han tenido como principales causas la sobreexplotación de los recursos marinos específicos en las que se sustenta la falta de competitividad innovadora de las empresas de este sector y otros sectores que se dedican a la alimentación de la población. (IMARPE, 2009).

Por otro lado, los diferentes gobiernos del Estado Peruano, han venido desarrollando programas de asistencia alimentaria en el marco de la lucha contra la pobreza y la desnutrición. Estos programas tienen como una de sus principales actividades el reparto de sustitutos lácteos a sus beneficiarios, los mismos que tienen a la leche como principal fuente de

proteína animal, lo cual hace que estos productos tengan un elevado precio y sean poco accesibles para aquellos que no cuentan con una buena economía. (Kaaki, Kebbe, Najm & Olabi, 2012). Teniendo en cuenta la situación anteriormente descrita, el presente trabajo de investigación busca un producto que pueda ser utilizado como insumo en la elaboración de alimentos de consumo principal y necesario y que además requieran de este componente como insumo para renovar su formulación, y que permita diversificar el consumo de la pota como insumo, sin interferir en su formulación.

1.2 Formulación del problema

Dentro de las diversas sustancias alimenticias que nos brinda la naturaleza, la pota es considerada uno de los alimentos más saludables y nutritivos, pero muy poco o nada utilizado en la industria de alimentos. Consecuencia de ello, se ha generado gran interés por desarrollar y mejorar productos alimenticios a partir de sus derivados, como polvo de pota, que fortalezcan la industria alimentaria, vital para los seres humanos (Ibarra, 2006). El yogurt es quizás el más antiguo de los productos fermentados de leche, cuyos beneficios, tales como: aportar calcio a la dieta, mejorar los procesos digestivos, regular el sistema inmune, entre otros, lo califican como un producto saludable. Por tal motivo, actualmente, se intenta diversificar y mejorar la producción de yogurt y de este modo, presentar más alternativas en el mercado, como yogurt enriquecido y/o fortificado mediante la adición de fibras, vitaminas, calcio y otros nutrientes, con fines de mejora del producto. (Enríquez, Sánchez-Gonzales & Santander, 2012).

Es conveniente por lo expuesto buscar nuevas formulaciones e insumos que puedan ser usados en la elaboración de yogurt con fines de mejorar el producto lácteo. El polvo proteico de pota como insumo podría ser usado en la elaboración, incluso, podría mejorar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del yogurt. En base a lo expuesto se planteó la siguiente interrogante: ¿Es posible utilizar polvo proteico de

pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt, sin afectar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del producto final?

1.3 Justificación teórica.

Entre las razones que motivan realizar este trabajo de investigación, por una parte está la problemática alimentaria que cada gobierno asume y que generalmente se da en países en vías de desarrollo como el caso del Perú y, por otra, la problemática de productos lácteos con ciertos defectos; además, nuestro país dispone de recursos alimenticios vegetales y animales que generalmente se consumen sin valor agregado. En tal sentido, los recursos alimenticios aparte de ser usado como materia prima pueden ser utilizados como insumos en las industrias alimentarias, pues la utilización de estas materias primas transformadas en insumos alimentarios es actualmente una prioridad para mejorar y desarrollar alimentos, siendo estos insumos alimentarios vitales para el sector alimentario (Ramos y Zabaleta, 2013). Por consiguiente, con la presente investigación, se pretende contribuir al desarrollo de productos alimenticios utilizando nuevos insumos, aprovechando la biodiversidad de nuestro país.

El yogurt, que cada día se encuentra con mayores índices de consumo en todos los estratos sociales por los múltiples beneficios que proporciona, actualmente presenta diversos defectos. Dos de los defectos mayores que presenta el yogurt son la separación de fases o conocido también como sinéresis y texturas muy líquidas que van ligadas con la viscosidad (Kaaki et al., 2012); la investigación de manera innovadora busca mejorar las características fisicoquímicas del yogurt a través del insumo polvo proteico de pota.

Actualmente, es necesario buscar insumos alimentarios como alternativas tecnológicas de mejora, que permitan elaborar y desarrollar productos alimenticios, además que contribuyan no solo a

reducir costos sino que también proporcionen una variedad de alternativas de productos lácteos para consumo de la población (Säker, 2011).

Diversos estudios reportan que al yogurt se le atribuyen numerosos beneficios desde el punto de vista nutritivo, tales motivos hacen que sea un alimento de suma importancia en la dieta. Además de esos beneficios, el yogurt presenta la ventaja de ser un producto cuya formulación se puede modificar con la finalidad, por ejemplo, de mejorar, desarrollar o de aportar nutrientes procedentes de otros alimentos vegetales o animales. (Nieto, Karlen & Ramos, 2013).

1.4 Justificación práctica.

Es cada vez mayor el desarrollo de alimentos nuevos y mejorados, que promuevan por una parte la salud y seguridad alimentaria y por otra, la reducción de costos y precios para el alcance del consumidor. El yogurt es uno de los productos lácteos más consumidos en la actualidad, en tal sentido, la investigación pretende dar al mercado una nueva presentación de yogurt. Por ello se eligió utilizar el polvo proteico de pota como insumo en la elaboración del yogurt para así desarrollar una nueva línea de yogurt enriquecido con proteínas naturales.

La investigación se justifica puesto que mejorará la economía de los pescadores, fomentará la creación o desarrollo de empresas alimentarias y será una alternativa más de yogurt para poder elegir, comprar y consumir.

El yogurt es un producto lácteo obtenido mediante fermentación, sin embargo este producto presenta diversos problemas anteriormente explicados por cuanto numerosas industrias dedicadas al sector alimentario buscan solucionar el problema mejorando el producto y desarrollando nuevas líneas de yogurt. La investigación contribuirá, a

través de la formulación de un yogurt utilizando un nuevo insumo, a paliar las problemáticas anteriormente mencionadas.

1.5 Objetivos de la investigación.

1.5.1 Objetivo general.

Evaluar el efecto del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) como insumo en la elaboración de yogurt.

1.5.2 Objetivos específicos.

- a) Establecer la cantidad óptima de utilización de polvo proteico de *Dosidicus gigas* en la elaboración de yogurt.
- b) Evaluar el efecto del polvo proteico de *Dosidicus gigas* en las características fisicoquímicas y organolépticas de yogurt.
- c) Evaluar la aceptabilidad de yogurt elaborado con polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.4. Marco filosófico o epistemológico de la investigación

Esta investigación tiene un fundamento de carácter académico científico alimentario con clara predisposición dialéctica en la que predomina el análisis, la síntesis, la inducción y la deducción. Un paradigma del entorno alimentario conlleva una manera de entender los alimentos, explicarlo y manipularlo. Son realizaciones científicas universalmente reconocidas aquellas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones de seguridad alimentaria a una comunidad científica que estudia el campo alimentario y la población que consume el alimento. La presente investigación tiene un enfoque de paradigma positivista, asentándose en lo epistemológico, la cuestión del desarrollo y del conocimiento científico alimentario es el principal problema de la población, pues es necesario además acudir a aspectos ajenos a la ciencia alimentaria misma, sociológica y psicológica, propugnar y preguntar como procede la ciencia alimentaria en realidad y no como tendría, o pensamos que tendría que proceder, fortaleciendo la seguridad alimentaria y de este modo conservar la raza humana.

2.5. Antecedentes de investigación

Nieto et al. (2013), realizaron el trabajo de investigación, “Fortificación de yogurt batido con alto contenido proteico”, el objetivo fue evaluar mediante análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales el efecto del enriquecimiento con dos tipos de WPC (proteína concentrada de suero de leche) (WPC 35 % y WPC 80 %) en un yogurt batido. Se mezcló la leche con los sólidos en dos recipientes de acero inoxidable y se dejó durante 60 ± 5 minutos en hidratación. Posteriormente, se colocaron en un baño maria hasta alcanzar una temperatura de $72\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, que se mantuvo durante 15 minutos para efectuar la pasteurización de la mezcla. Se enfrió a $42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y se inoculó 0,02 % de fermento. El tiempo de

fermentación para ambas mezclas fue de 3,5 horas aproximadamente, alcanzando un pH de $4,8 \pm 0,2$, antes del enfriamiento. Se refrigeró a $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, luego de 24 horas se envasó en potes individuales para efectuar los diferentes análisis. El análisis de resultados de las características sensoriales mostró que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos yogures fortificados; de dicho análisis se obtuvo que el yogurt elaborado con WPC 80 % presenta mejor apariencia, sabor y textura que el elaborado con WPC 35 %.

Rinaldoni, Campderrós & Pérez (2010), realizaron el trabajo de investigación, “Yogures deslactosados elaborados con concentrados de leche bovina y de soja obtenidos por ultrafiltración”, el objetivo fue la elaboración de yogures deslactosados, a partir de concentrados de leche vacuna y de soja por tecnología de membranas. Sin embargo, el azúcar presente en la leche de vaca resulta difícil de digerir para un segmento importante de la población que posee intolerancia a la lactosa, de allí la necesidad de generar alimentos aptos para ese sector. Mediante ultrafiltración de leche vacuna y de soja obtienen retenidos de sólidos totales adecuados para elaborar yogurt. En comparación con productos comerciales, el yogurt obtenido a partir del concentrado de leche presentó un aumento de proteínas del 37 % p/v y una disminución del 32 % p/v de lactosa. En cuanto al de soja tuvo un incremento de proteínas del 16 % de p/v.

Castañeda et al. (2008), realizaron el trabajo de investigación, “Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* (chocho o tarwi)”, el objetivo fue establecer pruebas preliminares para la formulación y elaboración de un yogurt en base a harina de tarwi que tuviese aceptabilidad por el consumidor. Se realizaron 2 mezclas de diferentes concentraciones (YSPT1; 70 % leche en polvo + 30 % de leche de tarwi), (YSPT2; 80 % de leche en polvo + 20 % leche de tarwi). El contenido de sólidos totales presente en la mezcla se encontró entre 12 a 14 %. El contenido en proteínas fue de 3,86 y 3,93 %, grasa 2,88 y 3%,

carbohidratos 14,04 y 14,13 % con un aporte energético de 97,57 y 99,33 kcal en YSPT1 y YSPT2 respectivamente. Los resultados indican que YSPT1 y YSPT2 presentan 0,39 y 0,41 % de acidez respectivamente. Los atributos sensoriales como aroma, sabor y aceptabilidad no presentaron diferencias estadísticas según análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Sin embargo, se reportó una mayor preferencia para la proporción YSPT2. Según la escala hedónica utilizada se muestra un nivel de agrado moderado.

Ojeda (2010), realizó el trabajo, “Elaboración de yogurt a base de leche enriquecido con quinua”, el propósito consistió en la elaboración de un producto con altos niveles nutricionales, teniendo como fin la aportación de proteínas de calidad para los niños, mujeres embarazadas y personas en general. El producto elaborado tiene altos contenidos nutricionales debido a las propiedades de la quinua; la formulación que se escogió para el desarrollo del yogurt (envase de 250 g) fue de: 214 g de leche, 8,75 g de azúcar, 2 g de harina de quinua y 25 g de fresas. Mediante encuestas el producto elaborado (yogurt enriquecido con quinua) tendría una buena aceptación en el mercado, quizás un defecto del producto para ciertos consumidores sería el sabor de la quinua que queda en el producto.

Ramos & Zabaleta (2013), realizaron la investigación, “Elaboración de un yogurt estandarizado con adición de *Hibiscus sabdariffa* (flor de Jamaica), con propiedad funcional (antioxidante)”, el propósito fue elaborar un yogurt descremado utilizando leche en polvo descremada, adicionado con aceite esencial de flor de Jamaica. Se prepararon yogures con concentraciones de 50, 100 y 150 ppm de aceite esencial extraído de la flor de Jamaica. A los tres yogures se le realizaron pruebas de capacidad antioxidante mediante el método de DPPH, a los días 1, 6, 11, y 16. De la evaluación sensorial resultó como el más agradable en cuanto al color el yogurt con 150 ppm de aceite esencial de flor de Jamaica, y en cuanto al sabor, textura y aceptabilidad general el yogurt con 100 ppm de aceite esencial de flor de Jamaica. El resultado de la viscosidad fue de 740 cP.

En la evaluación de la capacidad antioxidante mediante el método del DPPH, el yogurt con concentración de 150 ppm en aceite esencial de flor de Jamaica presentó un porcentaje de captación de radicales libres de 100 % en el primer día, 33,33 % al sexto día, 23,81 % al décimo primer día y 7,14 % al décimo sexto día.

2.6. Bases teóricas

2.3.4. Pota (*Dosidicus gigas*)

Es una especie pelágica oceánica que realiza migraciones por alimentación y reproducción, encontrándose en las zonas del Pacífico Central y Sur Oriental desde el Golfo de California hasta Chile (Bazzino, Salinas & Markaida, 2007). Tiene un aspecto casi idéntico al calamar con el que suele confundirse y, por ello, recibe el nombre de “calamar gigante”; teniendo otros nombres comunes como: jibia, calamar volador, jumbo squid (Markaida & Sosa-Nishizaki, 2003).

2.3.4.1 Taxonomía

La pota es una especie de molusco marino perteneciente al reino *Animalia*, filo *Mollusca*, clase *Cephalopoda*, orden *Teuthida*, suborden *Oegopsida*, familia *Ommastrephidae*, subfamilia *Ommastrephinae*, género *Dosidicus*, especie *D. gigas*. Los nombres comunes son: calamar gigante (México, Perú), jibia (Chile, Perú), pota (Perú), calamar rojo (Chile). (Bazzino et al., 2007).

2.3.4.2 Distribución y desembarque

Dosidicus gigas es el calamar ommastrefido de mayor abundancia y tamaño en el Pacífico Este. Se distribuye desde California (37 °N) hasta el sur de Chile (47 °S). Las mayores concentraciones se encuentran en la parte central de su rango de distribución (figura 1), particularmente en las aguas relacionadas a las zonas de alta producción primaria, alta

biomasa de zooplancton (Nigmatullin, Nesis & Arkhipkin, 2001). La mayoría de los estudios indican que diferentes poblaciones de calamar gigante se distribuyen el Pacífico este. Así, en base a observaciones morfológicas, Clarke & Paliza (2000) concluyen que el calamar gigante de la corriente de Perú, que habita aguas frías representa una población diferente, separada por la contracorriente ecuatorial de la población del norte, la cual vive en aguas cálidas y es de menor tamaño.



Figura 1. Distribución geográfica del calamar gigante, *Dosidicus gigas*. (IMARPE, 2009).

En el Perú, la pota se encuentra tanto en aguas jurisdiccionales como en la zona adyacente de alta mar, ubicándose los lugares de mayores concentraciones en el extremo norte del dominio marítimo (a partir de los 10 °S), hasta aproximadamente los 90 a 100 metros de la línea costera. Esto significa que la concentración, dispersión y pesca de este recurso están influenciadas por la estructura de las masas de agua. Además, las corrientes marinas tienen influencia en el comportamiento de la pota, principalmente en sus rutas de migración y desplazamientos. La pota o calamar gigante es uno de los principales productos de exportación no tradicional en nuestro país y el tercero del sector pesquero después de la harina y el aceite de pescado (ICON- INSTITUTE GmbH Private Sector, 2009).

La actividad pesquera en el Perú es la segunda fuente generadora de divisas después de la minería, como en el año 2008, que representó aproximadamente dos mil millones de dólares en exportaciones (Díaz et al., 2009); esta importancia está sustentada en los recursos pesqueros marinos tales como el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), que actualmente es una de las principales pesquerías en el Perú. Generalmente, la exportación de esta especie es principalmente a España, China, Tailandia, República de Corea, Japón, Italia y Venezuela, asimismo, los desembarques anuales hasta el 2008 (figura 2) han presentado una tendencia creciente hasta alcanzar valores de 285 mil toneladas aproximadamente. (IMARPE, 2009).

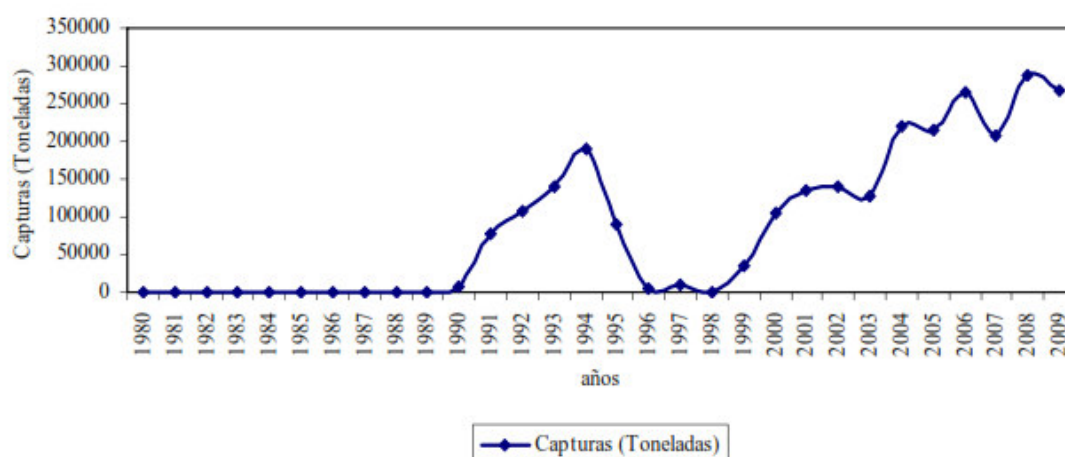


Figura 2. Desembarques anuales del calamar gigante *Dosidicus gigas*, en el litoral peruano de 1980 al 2009 (IMARPE, 2009).

El Perú es un gran productor de pota. De acuerdo a las estadísticas del Ministerio de la Producción, sólo en el 2014 se extrajeron 506 253 toneladas de este recurso; de este total, alrededor de 40 000 toneladas se destinaron al consumo fresco, y el restante se procesó en enlatado y congelado.

2.3.4.3 Morfología y su composición física.

Aletas romboidales, musculosas y anchas, su ancho ocupa el 49 - 65 % de la longitud del manto (LM), y su longitud 41 - 49 % de la LM (Marcial, 1996.); mientras que en el extremo opuesto se encuentran la cabeza, boca, tentáculos y brazos. La boca de esta especie presenta un par de dientes que asemejan el pico de un perico y alrededor de ella se encuentran ocho tentáculos con ventosas y dos brazos contráctiles que utiliza para atrapar a sus presas, tal como se observa en la figura 3. Su piel está conformada por cuatro capas, las dos primeras del lado externo contienen entre ellas las células pigmentosas de los cromatóforos, mientras que las capas tercera y cuarta, están compuestas por tejidos conectivos en forma de filamentos delgados (Markaida, Quiñónez-Velázquez & Sosa-Nishizaki, 2004).

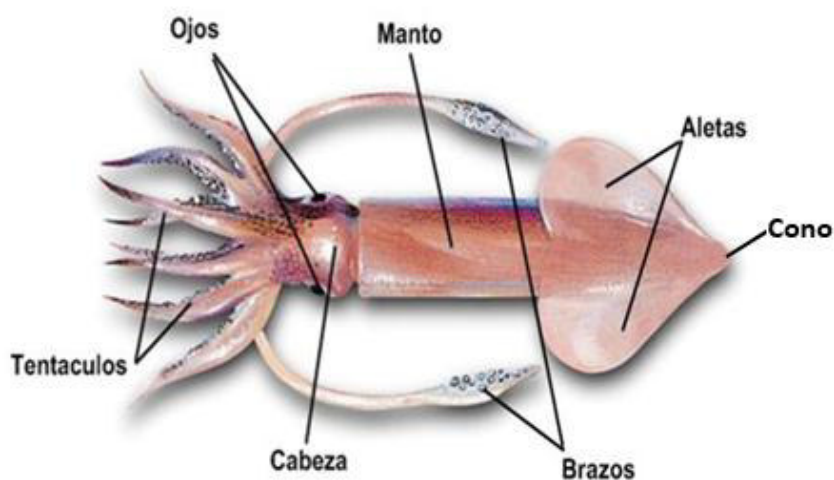


Figura 3. Calamar gigante (*Dosidicus gigas*).
(Markaida et al., 2004).

La composición física de manera porcentual se muestra en la tabla.

Tabla 1. Composición física de la pota

Componente	Promedio (%)
Cuerpo o tubo	49,3
Aleta	13,4
Tentáculos	21,4
Vísceras	15,4

Fuente: Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú (marzo de 1996) – Instituto del Mar del Perú – Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. (IMARPE, 2009)

El manto de la pota, es un cuerpo en forma cilíndrica al que se le denomina comúnmente tubo, el cual cumple la función de envolver y proteger los órganos internos; siendo este la parte más importante de la especie para el consumo humano, por ejemplo, en platos culinarios, precocidos, congelados, procesados o derivados. (Markaida, 2006)

2.3.4.4 Composición química y nutricional

Su composición química depende del sexo, tamaño, alimentación, localización y temporada de captura, etc. Con respecto a su composición, es alta en proteínas y baja en grasas. Igualmente, contiene vitaminas como B₃ y B₁₂. Sus componentes minerales más abundantes son fósforo, potasio, sodio y magnesio. (Armenta, 2006)

En la pota predominan las grasas que tienen propiedades positivas y que contribuyen a reducir los niveles de colesterol en la sangre (Ibarra, 2006). A continuación se muestran tablas del análisis proximal de la pota:

Tabla 2. Análisis proximal de la pota

Contenido	Promedio (%)
Humedad	81,1
Grasa	1,1
Proteína	16,0
Sales Minerales	1,7
Calorías (100g)	101,0

Fuente: Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú (marzo de 1996) – Instituto del Mar del Perú – Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. (IMARPE, 2009)

Igualmente, la pota contiene minerales como el calcio, zinc, potasio y magnesio, cuyas funciones principales son la formación de huesos y dientes, así como la intervención en los procesos de generación de energía, formación de músculo, regulación de la contracción y relajación muscular, entre otras (Keyl, Argüelles & Tafur, 2010). Los componentes minerales se muestran a continuación:

Tabla 3. Macro y microelementos de la pota

Parámetros	Promedio
Sodio (mg/100g)	198,2
Potasio (mg/100g)	321,9
Calcio (mg/100g)	9,1
Magnesio (mg/100g)	45,6
Fierro (ppm)	0,8
Cobre (ppm)	1,4
Cadmio (ppm)	0,2
Plomo (ppm)	0,2

Fuente: Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú (marzo de 1996) – Instituto del Mar del Perú – Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. (IMARPE, 2009)

El Instituto Nacional de Salud (INS) del Ministerio de Salud del Perú, menciona que la pota ha adquirido mayor presencia en nuestra dieta. Es una alternativa más barata que el calamar pero igualmente nutritiva. En cuanto a su valor nutritivo, es una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico que contiene todos los aminoácidos esenciales. Su contribución en grasas es baja,

por lo que su aporte en calorías, también lo es. Además, contiene vitaminas B, fundamentales para el metabolismo, el mantenimiento del sistema nervioso central, del aparato digestivo y la piel. Presenta minerales como el fósforo, potasio y magnesio, que ayudan a la formación de huesos y dientes. Además, la papa contiene Taurina, un aminoácido que regula la presión sanguínea, disminuye la formación de coágulos en las venas, mejora la visión y visibilidad nocturna y actúa como antioxidante.

2.3.5. Proteínas

Representan uno de los componentes principales de los alimentos, tanto desde un punto de vista funcional como nutricional. Por ejemplo, determinan las propiedades físicas y organolépticas de muchos alimentos. Así, la consistencia y textura de la carne, queso o pan, dependen en gran medida de la naturaleza de las proteínas que los constituyen. Pero también, en alimentos elaborados con una presencia menor de proteínas, pueden jugar un papel muy importante, influyendo en características funcionales, como la formación de emulsiones, geles, espumas y la absorción de agua o aceite. Además las proteínas también constituyen un aporte nutricional importante, representando una fuente de energía, nitrógeno y aminoácidos esenciales (Vioque & Millán, 2006).

Las proteínas son macronutrientes esenciales para la nutrición humana y animal que habitualmente son parte de los propios alimentos en su forma natural. Además de su papel básico en la nutrición, las proteínas poseen propiedades fisicoquímicas que otorgan unas propiedades funcionales muy específicas al ser adicionadas a ciertos alimentos. Por esta razón, el desarrollo tecnológico de la industria alimentaria ha recurrido en forma habitual a la utilización de productos proteicos con fines tecnológicos, encaminados a dotar de propiedades fisicoquímicas y organolépticas a los alimentos donde son incorporadas. Este hecho ha llevado a las proteínas, más allá de su actividad como

macronutriente, a ser un producto necesario como ingrediente en la producción tecnológica de alimentos. A partir de esta necesidad, se desarrollaron los procesos necesarios para aislar o extraer las proteínas de sus fuentes orgánicas originales. Se obtienen así los denominados concentrados proteicos y aislados proteicos, que constituyen un purificado proteico a partir del alimento o fuente orgánica inicial (Vioque & Millán, 2006; Vioque, Sanchz-Vioque, Pedroche & Yust, 2001).

2.3.5.1 Utilización

Las proteínas son agregadas a los alimentos por varias razones, ya que son un importante suplemento nutricional, las proteínas también cumplen roles funcionales en los alimentos. Las propiedades funcionales de las proteínas son solubilidad, absorción de agua y aceite, comportamiento reológico, capacidad emulsificante y espumante. Las proteínas se usan como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos e incrementar el contenido de proteínas, también con lleva beneficios funcionales como emulsificación y estabilización e incremento de viscosidad, mejora apariencia, gusto, textura y absorción de agua o aceite. Los beneficios nutricionales incluyen un bajo contenido calórico de los alimentos. Los aislados proteicos pueden ser utilizados en pastelería, en la elaboración de bebidas para deportistas, en la elaboración de embutidos, etc. (Giese, 1994).

2.3.5.2 Aislado proteico

El proceso de obtención de aislados proteínicos supone una serie de etapas encaminados a eliminar los componentes no proteínicos para conseguir un producto final con un 90 % de proteína. Este proceso se realiza

mediante una sucesión de dos operaciones. En la primera etapa, las proteínas son solubilizadas en medio alcalino y la segunda etapa consiste en la precipitación isoelectrica de las proteínas en su punto isoelectrico o mediante la concentración por ultrafiltración. (Vioque et al., 2001)

2.3.5.3 Hidrolizados proteicos

La hidrolisis de una proteína da lugar a la ruptura de los enlaces peptídicos, los productos resultantes se conocen como hidrolizados proteicos. Estos se encuentran formados por polipéptidos más pequeños que los de la proteína original por aminoácidos. Este proceso dependerá del método de hidrolisis utilizado y del grado de hidrolisis alcanzado (Mahmoud, 1994).

En los hidrolizados de proteína se potencian diversas características funcionales, tales como viscosidad baja, mayor capacidad de agitación, dispersión y alta solubilidad, que les conceden ventajas para el uso en muchos productos alimenticios, respecto a las proteínas originales (Yin, Tang, Cao, Hu, Wen & Yang, 2008; Kong, Zhou & Qian, 2007; Paraman, Hettiarachchy, Schaefer & Beck, 2007; Ruíz-Henestrosa, Carrera-Sanchez, Yust, Pedroche, Millan & Rodriguez-Patino, 2007).

Una de las aplicaciones más importantes de los hidrolizados de proteínas es su utilización como fuente de nitrógeno en la formulación de dietas enterales con destino a la alimentación infantil y/o de adultos enfermos. Estas dietas entéricas se diseñan para ser absorbidas en el intestino sin una digestión previa en el estómago y son esenciales en el tratamiento de pacientes con desórdenes estomacales o problemas de la mucosa intestinal, así como

en lactantes con síndromes de malabsorción, malnutrición, con cuadros alérgicos en la mayoría de los casos (Lebenthal, Lee & Heitinger, 1983).

2.3.5.4 Concentrado proteico

Un concentrado proteico es considerado aquel cuyo contenido en proteína es menor del 65 %. El aislado proteico se considera aquel con un contenido proteico mayor que 70 %. Las proteínas constituyentes de ambos productos deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido procesos de degradación o hidrólisis no deseables. La idea es obtener un macronutriente purificado con papel tecnológico y nutricional (Vioque & Millán, 2006; Vioque et al., 2001).

2.3.5.5 Polvos proteicos

El polvo alimentario con contenido de proteínas denominado también polvo proteico. Los polvos alimentarios de deshidratado de diversos alimentos, con humedades entre el 3 % y el 4 % (b.h.), son utilizados en la industria alimentaria, como alimentos para niños, saborizantes de alimentos, productos lácteos, heladería, bebidas, entre otros usos (Jaya & Das, 2003).

Un producto instantáneo es aquel que requiere muy poco esfuerzo para reconstituirse. El proceso de dispersión o disolución de un polvo se divide en cuatro fases, y el comportamiento de sus propiedades físicas asociadas con estas etapas, conforma el concepto de propiedades instantáneas (Freudig, Hoge Kamp & Schubert, 1999; Schubert, 1993). En la primera etapa conocida como remojo o humedecimiento, el líquido penetra dentro de los poros de las partículas de polvo; en la segunda, las

partículas se sumergen debajo de la superficie del líquido; en la tercera se dispersan con una pequeña energía de agitación y en la etapa final las partículas forman la solución si son solubles en el líquido, o permanecen suspendidas (Schubert, 1993). La secuencia durante la reconstitución de un alimento en polvo y la facilidad para que ocurra el proceso, dependen en gran parte de la naturaleza del producto. Los atributos tales como la humectabilidad, la dispersabilidad y la solubilidad son usados para caracterizar a los polvos como instantáneos. Para que un polvo exhiba buenas características de reconstitución y para que sea llamado instantáneo, se requiere un equilibrio apropiado entre estas propiedades. Los factores que influyen sobre estas propiedades son el tamaño y densidad de las partículas y las propiedades de superficie. Las partículas no se mojan con facilidad si entre ellas y el líquido hay una elevada tensión superficial (Lewis, 1993).

Los polvos se utilizan ampliamente en la industria alimentaria por su estabilidad fisicoquímica y microbiológica, porque aportan cualidades organolépticas, y contribuyen a mejorar las propiedades reológicas de los alimentos; además generan soluciones tecnológicas ya que son fáciles de conservar, transportar, almacenar, procesar, dosificar y utilizar (Cuq et al., 2013).

La forma de las partículas, el tamaño, la porosidad, la composición y la densidad, determinan importantes propiedades funcionales tales como capacidad de retención de agua (CRA), capacidad de retención de aceite (CRAC), humectabilidad, velocidad de sedimentación, dispersabilidad y solubilidad, cualidades que influyen

directamente en la calidad y aceptación del producto por parte de los consumidores (Cuq, Rondet & Abecassis, 2011).

La atomización es un método apropiado para la obtención de polvos alimentarios, incluyendo la concentración de compuestos bioactivos (Ceballos, Giraldo & Orrego, 2012; Nora et al., 2014).

2.3.6. Yogurt

El yogurt, es la bebida más conocida de todas las leches fermentadas y se presenta una gran variedad de tipos de yogurt con diferentes composiciones según su contenido en grasa y extracto seco. Puede ser natural, si no se le adiciona ningún otro ingrediente o con otros sabores según las sustancias que se le adicionan como frutas, azúcar o agentes gelificantes. Actualmente se elaboran otros productos derivados del yogurt como helados y bebidas (Baró et al., 2010)

Según Alais (1985), el yogurt es un producto lácteo fermentado obtenido a partir del crecimiento de las bacterias del género *Lactobacillus Bulgáricus* y *Streptococcus termófilos*, cultivadas sobre la leche a temperatura media (tibia), caracterizándose por una textura suave y por un característico sabor a “nogal”.

El yogurt se caracteriza especialmente por ser un líquido viscoso pero suave o con la consistencia de un gel, sin embargo en ambos casos su textura debe ser uniforme y firme, con mínima sinéresis y de sabor característico, además del impartido por las sustancias permitidas que se le adicionan (Spreer, 1991).

2.3.6.1 Características fisicoquímicas

El análisis de las propiedades fisicoquímicas del yogurt es uno de los aspectos principales en el aseguramiento de su calidad. Cumple un papel importante en la determinación del valor nutricional, en el control del cumplimiento de los parámetros exigidos por los organismos de salud pública (Vélez & Rivas, 2001). Con el análisis fisicoquímico, se puede conocer las características básicas del yogurt, tales como el pH, la acidez, la viscosidad, la sinéresis, la fibra, la proteína, la grasa, la humedad y los carbohidratos; información que sirve como “indicador de calidad” o parámetro de medición para una producción estandarizada, además, para complementar la ficha técnica del alimento (Alvarado & Aguilera, 2001).

La estructura física del yogurt es una red de partículas de caseína adheridas las una a las otras, sobre esta red se depositan una parte de las proteínas del suero, las cuales han sido desnaturalizadas por el calor. Por ser una red continua el yogurt tiene la consistencia de un gel y un material viscoelástico, que se identifica por un esfuerzo de fluencia muy pequeño. En el yogurt batido, el gel puede romperse obteniéndose un líquido no newtoniano, muy viscoso, lo que hace que los yogures batidos y firmes tengan texturas bastante diferentes (Vásquez, 2008). La consistencia del yogurt es directamente proporcional al contenido de la caseína elevado al cubo. Entonces de la variación del contenido de la caseína depende en gran parte la textura final del yogurt. A mayor porcentaje de materia grasa, menor dureza del gel, debido a que los glóbulos grasos destruyen la red. A pH bajos se obtiene una mayor consistencia. Estos valores oscilan entre 4,1 y 4,6 (Enríquez et al., 2012).

El calentamiento de la leche aumenta la dureza del yogurt debido a que la coagulación de las proteínas séricas aumenta el volumen de las partículas proteicas. Este calentamiento de la leche ocurre a temperaturas entre 85 – 90 por 5 – 10 minutos (Säker, 2011). A menor temperatura de incubación, se requiere un mayor tiempo para ajustar el pH y la consistencia ideal, obteniéndose un producto final más firme. A una misma temperatura de incubación, si la temperatura de conservación del yogur se reduce, entonces la consistencia aumenta. Este efecto se debe a que las micelas de la caseína se hinchan al disminuir la temperatura y viceversa (Penna, Oliveira & Tamime, 2003).

La sinéresis se observa cuando se separa el suero de los demás sólidos del producto y se debe específicamente a que ocurre una reorganización de la red, dando lugar a un aumento del número de enlaces de las partículas, por lo cual la red se contrae y expulsa el líquido intersticial que encierra. Cuando los geles de caseína están entre un pH 4,0 a 5,0 se reduce la tendencia a la sinéresis. Claro está que la sinéresis es un efecto indeseable en el producto y por lo tanto se debe evitar. La formación de la Sinéresis depende en gran parte de la temperatura de incubación y normalmente se aprecia cuando la incubación se realiza a una temperatura de 32 °C y el contenido de caseína es alto. Cuando la incubación se realiza a 45 °C, la sinéresis se puede evitar sometiendo la leche a un fuerte calentamiento, en especial cuando se ha elevado el contenido de caseína y la temperatura de conservación es baja. Cuando el pH del yogur se reduce por debajo de 4, también ocurre la sinéresis, sobre todo cuando la

temperatura es alta y el producto se agita después de envasado (Vera, 2011).

Un yogurt de buena calidad debe presentar una textura homogénea y bastante viscosa para dar la impresión de una textura firme de tal manera que cuando se vierta lentamente se observe una película elástica cuando se rompe. La viscosidad depende significativamente de las fuerzas de cizalla. Cuando se aplica una fuerza de cizalla elevada, la viscosidad aparente, a fuerzas más bajas descende constantemente, logrando la viscosidad de un fluido Newtoniano y ocurriendo finalmente una ruptura estructural, también la viscosidad aumenta levemente durante un período de conservación prolongado (Aportela, 2003).

2.3.6.2 Características organolépticas

Son aquellas características del yogurt que se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, y el gusto, la evaluación organoléptica del yogurt no se puede realizar mediante aparatos de medida, pues el único “instrumento” utilizado son las personas (panelistas o jueces) entrenadas, semientrenadas o no entrenadas, estas personas tienen la posibilidad de aceptar o descalificar el producto evaluado sensorialmente a través de la prueba hedónica (Álvares, Zapico & De Aguiar, 2008). Estos estudios de naturaleza hedónica son esenciales para saber en qué medida el yogurt puede resultar agradable al consumidor (Drake, 2007). Pueden aplicarse pruebas hedónicas para conocer las primeras impresiones de un yogurt nuevo y obtener información sobre su grado de aceptación o en qué momento puede producir sensación de cansancio en el consumidor (Torricella, Zamora & Pulido, 2007).

2.3.6.3 Evaluación sensorial

Es una disciplina científica utilizada para despertar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características propias del alimento, que son percibidas por los cinco sentidos (Lawless & Heymann, 2010). Esta disciplina comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos e intenta aislar las propiedades sensoriales y aportar información útil para el desarrollo de productos, control durante la elaboración, vigilancia durante el almacenamiento (Bayarri, Martí, Carbonell & Costell, 2012).

2.3.6.4 Prueba de aceptabilidad

Las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado (hedónicas) (Clark, Costello, Drake & Bodyfelt, 2009). Son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales (Stone & Sidel, 2004). Se utilizan para establecer el grado de aceptación de un alimento por parte de los compradores y según su tipo permiten medir cuánto agrada o desagrade, determina el uso real del alimento ya sea como compra y consumo (Kaaki et al., 2012). Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar la escala hedónica. El término hedónico proviene del griego hedond, que significa placer, y hace referencia a la atracción subjetiva del individuo por el producto a evaluar. El objetivo de la prueba hedónica es obtener una respuesta personal, ya sea de aceptación, gusto o de preferencia, de un consumidor potencial o real, sobre un alimento, una idea nueva o proyecto alimentario o simplemente una característica específica del mismo (Lawless & Heymann, 2010).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El trabajo de investigación se desarrolló en la instalación del laboratorio “galénica” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), laboratorio de investigación del Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) y laboratorio de análisis de alimentos de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP).

4.1. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación se detallan a continuación.

3.1.4. Materia prima e insumos

a. Materia prima

Leche entera procesada a ultra alta temperatura (UHT), marca “Gloria”, fue adquirida de los centros comerciales, en la ciudad de Lima, Perú.

b. Insumo

Polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*), denominado así por tener un contenido considerable de proteína dentro de su composición química proximal; fue adquirida del ITP.

c. Cultivo láctico

El cultivo láctico (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), marca “YoFlex”; fue adquirido de la tienda Montana S.A., en la ciudad de Lima, Perú.

3.1.5. Reactivos

Solución de fenolftaleína al 1 %, NaOH (0,1 N), ácido sulfúrico al 92 %, alcohol amílico puro, ácido sulfúrico concentrado al 96 %, agua destilada, granallas de zinc, NaOH al 45 %, rojo de metilo.

3.1.6. Equipos e instrumentos

- Balanza analítica electrónica Scout Pro 200 g. Ohaus, USA.
- Incubadora, Max. 80 °C. Modelo in55.
- Refrigeradora, Samsung.
- Potenciómetro (pH-metro) Handylab. Schott. Alemana.
- Centrifuga. Kert Lab.
- Viscosímetro rotacional Brookfield: DV-E, Versión: 1.1.
- Bureta automática Schilling, deposito plástico 25 mL. Fortuna.
- Termómetros digitales, WT-1, Chino.
- Recipientes con Tapas, 1 - 2 L.
- Probetas, 1 L.
- Cocinilla de seis hornillas.
- Baguetas.
- Cronómetro.
- Envases de vidrio con tapas, 1L.
- Colador grande.
- Espátula.
- Embudo grande.
- Vasos de precipitación/ beakers, 10 - 20 mL.
- Pipetas, 10 mL.
- Cucharas medidoras (20 mL).
- Vasos de precipitación/ beakers, 100 - 250 mL.
- Gotero.

3.2. Métodos

La investigación se realizó según los siguientes métodos.

3.2.1 Evaluación de la leche y el polvo proteico de pota

3.2.1.1 Composición química proximal

La composición química de la leche, se determinó según métodos oficiales de la AOAC (1990) para los análisis de humedad, cenizas y proteína. Para la determinación de grasa se empleó en método Gerber (Salazar, 1982). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia. *La composición química del polvo proteico de pota*, se analizó según los métodos oficiales de la AOAC (1995), que engloba el análisis de humedad, cenizas, grasa y proteína. Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

3.2.1.2 Fisicoquímico

Para la leche, se determinó:

- a. **pH**, mediante el método potenciométrico. (AOAC, 1990).
- b. **Acidez**, mediante el método de titulación ácido-base. (AOAC, 1990).
- c. **Sólidos totales**, mediante el método oficial AOAC (1990). Lo constituye el residuo remanente de la evaporación de las materias volátiles de la leche a la temperatura de ebullición del agua.
- d. **Densidad**, según la AOAC (1990) por lactodensímetro. Se vertió la leche, en una probeta, evitando formación de espuma e incorporación de aire. Se introdujo el lactodensímetro de modo que ocupe la parte central del líquido, se esperó a que alcance el nivel correspondiente y luego se leyó la densidad cuidando que la visual enrase con la superficie libre de la leche.

Para el polvo proteico de pota, se determinó:

- a. **pH**, mediante el método potenciométrico. (AOAC, 1995)
- b. **Acidez**, mediante el método de titulación ácido-base. (AOAC, 1995)
- c. **Densidad aparente**, fue determinado mediante la metodología citada por Aguilera (2009) con modificaciones en el volumen de la probeta graduada y volumen a conseguir, basada en la compactación de la muestra en una probeta graduada (250 mL), pesada anteriormente, hasta conseguir el volumen de 200 mL. La densidad aparente se calcula según:

$$D = (Pt - Pp)/200 \quad \dots (1)$$

- Pt = peso total en g.
- Pp = peso de la probeta en g.
- D = densidad aparente en g/mL

- d. **Solubilidad**, se analizó mediante el método reportado por Cano-Chauca, Stringheta, Ramos & Cal-Vidal (2005) y Shittu & Lawal (2007). Se pesó 1 g de muestra, luego se colocó en 100 mL de agua destilada a la temperatura de estudio en un vaso. Se determinó a distintos tiempos de rehidratación y a cuatro temperaturas, 21, 35, 45, 63 °C, manteniendo la muestra en agitación constante. Para asegurar la temperatura, las disoluciones se mantuvieron en un baño maría durante el tiempo de medida. Los tiempos de rehidratación fueron en intervalos de 30 min durante 2 h. Se tomaron 5 mL, para analizar el contenido de solidos totales de la disolución. Estos fueron determinados mediante secado en estufa a 105 °C por 5 horas. Por otra parte, se tomaron 10 mL, los cuales fueron depositados en tubos de 10 mL y centrifugados a 3000 rpm por

5 min. Luego, se tomó 5 mL del líquido sobrenadante para analizar el contenido en sólidos solubles siguiendo el procedimiento anterior. Los sólidos recuperados se pesaron después del secado y se calculó la capacidad de solubilización.

3.2.2 Proceso de elaboración de yogurt

3.2.2.1 Diagrama de flujo

El proceso de elaboración se realizó siguiendo las operaciones indicadas en el diagrama de flujo que se muestra a continuación:

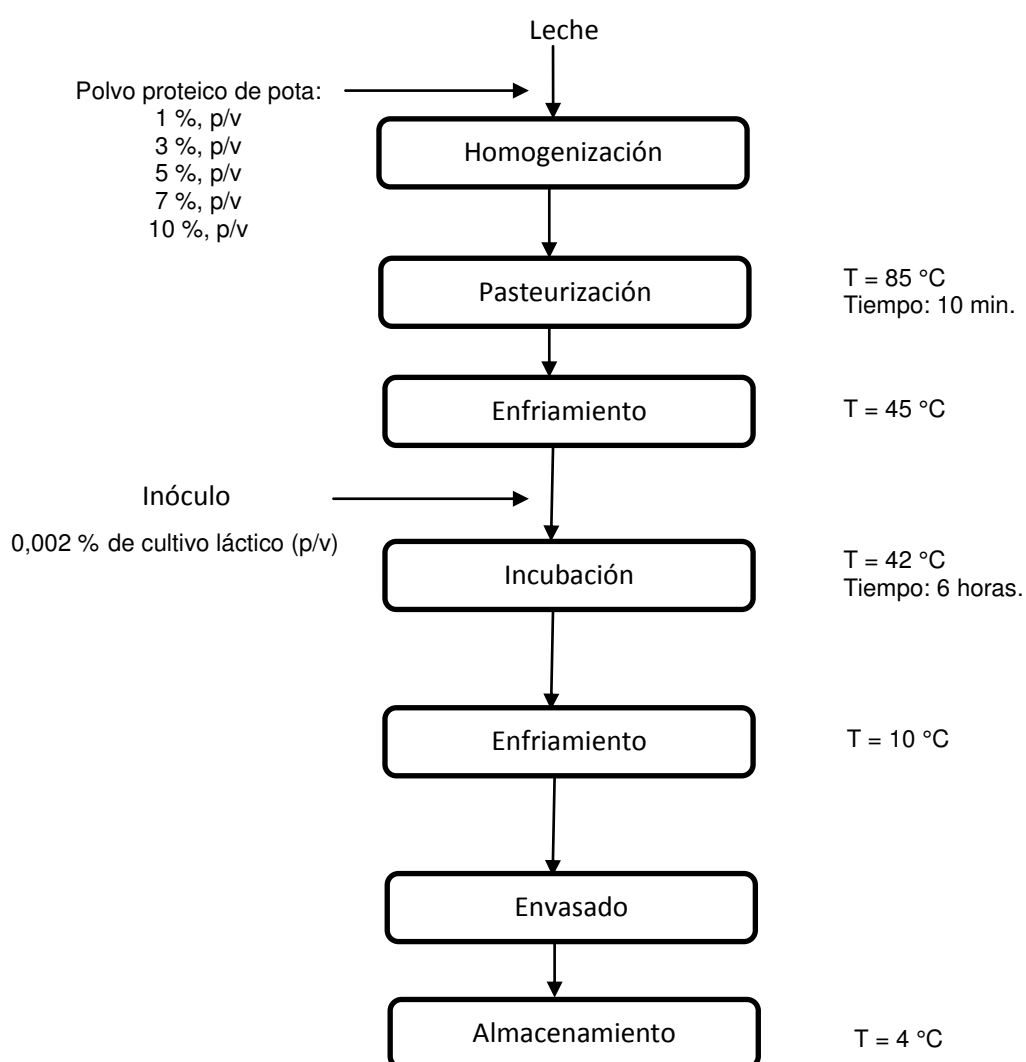


Figura 4. Proceso de obtención de yogurt con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

3.2.2.2 Descripción del proceso de obtención de yogurt con adición de polvo proteico de pota.

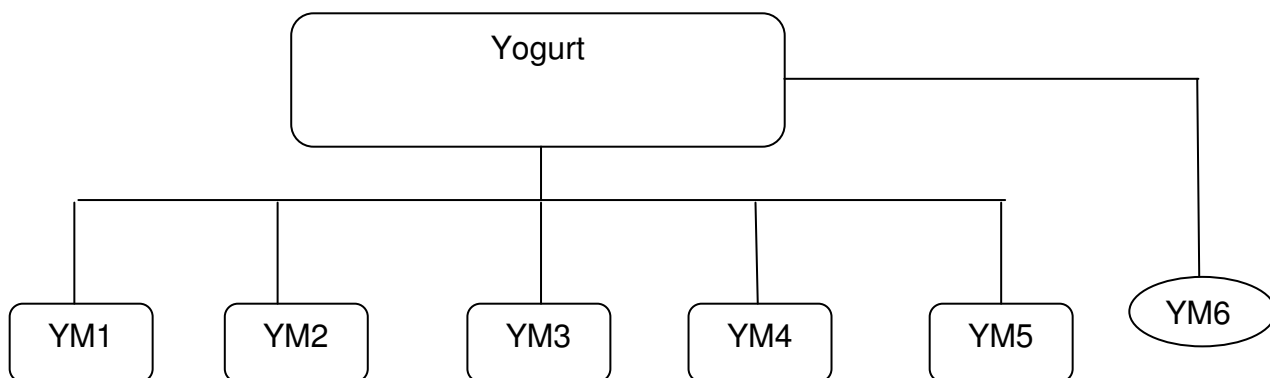
- a) **Homogenización:** Se adicionó a la leche, polvo proteico de pota: 1, 3, 5, 7 y 10 % p/v. Esta operación se realizó con agitación constante.
- b) **Pasteurización:** Se sometió a un tratamiento térmico a 85 °C, manteniendo esta temperatura por 10 minutos.
- c) **Enfriamiento:** Se disminuyó la temperatura hasta 45 °C, con agua y hielo.
- d) **Incubación:** La leche previamente inoculada (0,002 %, p/v, del fermento láctico para cada tratamiento) se incubó en un recipiente de 4 litros a una temperatura de 42 °C y por un lapso de 6 horas, donde se realizó el proceso de fermentación láctica.
- e) **Enfriamiento:** Se enfrió la leche coagulada hasta 10 °C con hielo en la cámara de frío de un refrigerador, con el fin de detener el proceso de producción de ácido láctico.
- f) **Envasado:** El producto final se envasó manualmente en envases de vidrio transparente, y se cerró herméticamente el envase.
- g) **Almacenamiento:** El producto final se almacenó en refrigeración a 4 °C. Debido a que el yogurt se conserva normalmente en refrigeración.

3.2.2.3 Diseño experimental:

El diseño experimental de la investigación consistió en elaborar seis yogures, de los cuales cinco son procesados con el insumo polvo proteico de pota, cada uno con diferente porcentaje de adición, como se puede apreciar más adelante, en la tabla 4. Y uno es procesado sin el insumo, considerado este último como el patrón de referencia o de control.

Para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en la investigación, se utilizó un diseño completamente al azar de cinco tratamientos con tres repeticiones más un testigo; se trabajó al 95 % de nivel de confianza. Se evaluó la cantidad de polvo proteico de pota a agregar en la elaboración del yogurt.

a. Esquema



b. Tratamientos

A cada yogurt procesado se le codificó según al contenido de polvo proteico de pota presente en su formulación. Cada tratamiento se detalla a continuación:

Tabla 4. Descripción de cada tratamiento producto de la investigación

Tratamiento	Código	Yogurt
1	YM1	1 % p/v, de polvo proteico de pota
2	YM2	3 % p/v, de polvo proteico de pota
3	YM3	5 % p/v, de polvo proteico de pota
4	YM4	7 % p/v, de polvo proteico de pota
5	YM5	10 % p/v, de polvo proteico de pota
Control	YM6	Sin polvo proteico de pota.

c. Factor.

Polvo proteico de pota.

d. Variable dependiente.

Son las características fisicoquímicas y organolépticas del yogurt elaborado con polvo proteico de pota, tal como se indica a continuación:

- ◆ Acidez.
- ◆ pH.
- ◆ Viscosidad.
- ◆ Sinéresis.
- ◆ Sabor.
- ◆ Aroma.
- ◆ Textura.
- ◆ Color.

e. Variable independiente.

Es el porcentaje de polvo proteico de pota.

3.2.3 Evaluación del yogurt

3.2.3.1 Fisicoquímico

a. pH, se evaluó el pH según lo establecido por la AOAC (1990).

b. Acidez, mediante el método de titulación ácido-base. (AOAC, 1990).

c. Viscosidad, se utilizó el viscosímetro de Brookfield para determinar la viscosidad a temperatura ambiente (22 °C). Los análisis se realizaron a velocidad de corte de 100 rpm. Los resultados se expresaron en centipoise (cP).

d. Sinéresis, se determinó mediante el método de Guinee, Mullins & Cotter (1995); la muestra es sometida a la fuerza centrífuga, de esta manera se acelera la separación del gel y el suero para poder medir la cantidad de suero sobrenadante y posteriormente calcular el porcentaje de sinéresis del producto analizado, mediante:

$$\text{Sinéresis} = \frac{\text{Peso del Sobrenadante}}{\text{Peso de la Muestra}} \times 100 \% \quad \dots (2)$$

3.2.3.2 Sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante la prueba de aceptabilidad. Para ello se utilizó la escala hedónica de noveno grado. (Lawless, 1998). Las muestras fueron evaluadas por 10 jueces semientrenados (5 varones y 5 mujeres, de 20-25 años de edad). El análisis consistió en que cada panelista debe degustar una muestra de cada tratamiento (yogurt con polvo proteico de pota y el yogurt de control) y calificar las características sensoriales (sabor, aroma, textura y color) de acuerdo a su nivel de agrado.

3.2.3.3 Composición química proximal del yogurt de mayor aceptabilidad.

Se analizó al yogurt con polvo proteico de pota de mayor nivel de aceptabilidad, debido a que el producto está en función al consumidor. La composición química del yogurt con polvo proteico de pota ha sido determinada según métodos oficiales de la AOAC (1990) para el caso de los análisis de humedad, cenizas y proteína. Para la determinación de grasa se empleó el método Gerber, muy utilizado en la industria láctea (Salazar, 1982). Los carbohidratos totales se determinaron por diferencia.

3.2.3.4 Microbiológico del yogurt de mayor aceptabilidad

Los análisis microbiológicos han sido determinados mediante el método de placas Petrifilm, según los protocolos descritos por la AOAC o Allaert & Escola (2003), estos análisis engloban a mohos y levaduras y coliformes. Los análisis se han realizado al yogurt con polvo proteico de pota de mayor nivel de aceptabilidad.

3.2.3.5 Análisis estadístico de datos

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS y Excel. Las pruebas a las que se sometieron los resultados fisicoquímicos y organolépticos, obtenidos de los diferentes tratamientos realizados en la investigación, fueron: análisis de Varianza de un factor para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos y muestras, y análisis de medias mediante la prueba de Tukey al 5 %, a los casos donde existieron diferencias significativas, para determinar la mejor media.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Evaluación de la leche y el polvo proteico de pota

4.1.1.1 Composición química proximal

Se determinó la composición química de la materia prima leche y del polvo proteico de pota como insumo para la elaboración del yogurt. Los análisis se realizaron con fines de dar a conocer el aporte de proteína esencialmente tanto de la materia prima como del insumo.

Tabla 5. Composición química proximal de la leche

Característica	Valor (%)
Proteína total	3,13 ± 0,058
Agua	88,03 ± 0,115
Minerales totales	0,71 ± 0,006
Lípidos	3,47 ± 0,058
Carbohidratos	4,66 ± 0,113

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

La leche que se ha utilizado para elaborar el yogurt contiene alrededor de un 3 % de proteínas según los análisis realizados (tabla 5), en tanto, el polvo proteico de pota como insumo para elaborar el yogurt tiene un 42 % de proteína aproximadamente (tabla 6).

Tabla 6. Composición química proximal del polvo proteico de pota

Característica	Valor (%)
Proteína total	41,97 ± 0,180
Lípidos	2,06 ± 0,045
Carbohidratos	50,16 ± 0,114
Humedad	4,86 ± 0,055
Minerales Totales	0,95 ± 0,006

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

4.1.1.2 Propiedades fisicoquímicas

En la tabla, se muestran los valores promedio de algunas propiedades fisicoquímicas de la leche y del polvo proteico de pota, siendo para la leche un pH de 6,76 a temperatura ambiente de 22 °C.

Tabla 7. Propiedades fisicoquímicas de la leche

Características	Leche
pH (22 °C)	6,760 ± 0,021
Acidez (% ác. Láctico)	0,180 ± 0,006
Sólidos Totales (%)	11,967 ± 0,115
Densidad (22 °C) (g/mL)	1,031 ± 0,001

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

En tal sentido, el polvo proteico de pota presenta un pH de 6,71. De tal manera, el valor de pH del polvo proteico de pota se encuentra muy cercano al valor del pH de la leche.

Tabla 8. Propiedades fisicoquímicas del polvo proteico de pota

Características	Polvo proteico de pota
pH (22 °C)	6,710 ± 0,055
Acidez (% ác. Láctico)	2,280 ± 0,058
Densidad aparente (21 °C) (g/mL)	0,393 ± 0,002

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

Los valores obtenidos de las propiedades fisicoquímicas en especial el pH y la acidez de la leche y del polvo proteico de pota fueron analizadas, porque son importantes en el procesamiento del yogurt.

a. Solubilidad

Esta propiedad propiamente del polvo proteico de pota, se muestra en las figuras 5, 6 y 7. La máxima capacidad de solubilización se logró a una temperatura de 63 °C, siendo esta de 0,818. A temperatura ambiente (21 °C) el polvo proteico de pota tuvo una capacidad de solubilización de 0,474.

La figura 5 muestra la evolución de los sólidos solubles a diferentes temperaturas de evaluación; siendo a 63 °C la que presenta una cercanía a la fracción másica de sólidos totales cuando se incrementa el tiempo de exposición.

De los resultados obtenidos se nota que la capacidad de solubilización se incrementa a medida que se aumenta en tiempo de exposición. Cabe resaltar que los resultados que se muestran en la figura 6, indican que a la temperatura de 21 °C presenta una menor capacidad de solubilización respecto a la de temperatura de 63 °C, y conforme aumenta la temperatura la capacidad de solubilización aumenta.

Los resultados que se obtuvieron en la presente investigación muestran que la temperatura juega un papel importante en la solubilización del polvo proteico de pota en agua destilada, siendo estos resultados favorables para el procesamiento de elaboración de yogurt.

Los sólidos totales del polvo proteico de pota tal como se muestran en los resultados obtenidos (figura 5), no variaron por más que se incrementó la temperatura y el tiempo de exposición.

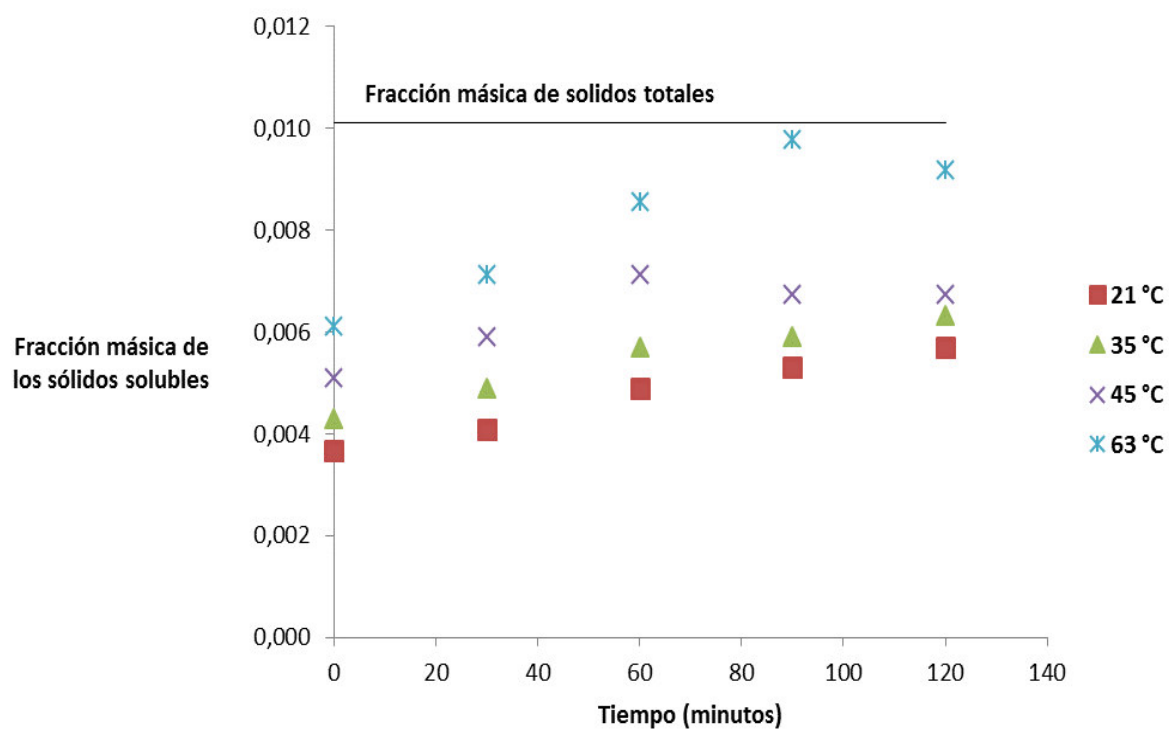


Figura 5. Evolución de la fracción másica de sólidos totales (línea) y sólidos solubles en función del tiempo, de la disolución de polvo proteico de *Dosidicus gigas* en agua destilada, a diferentes temperaturas.

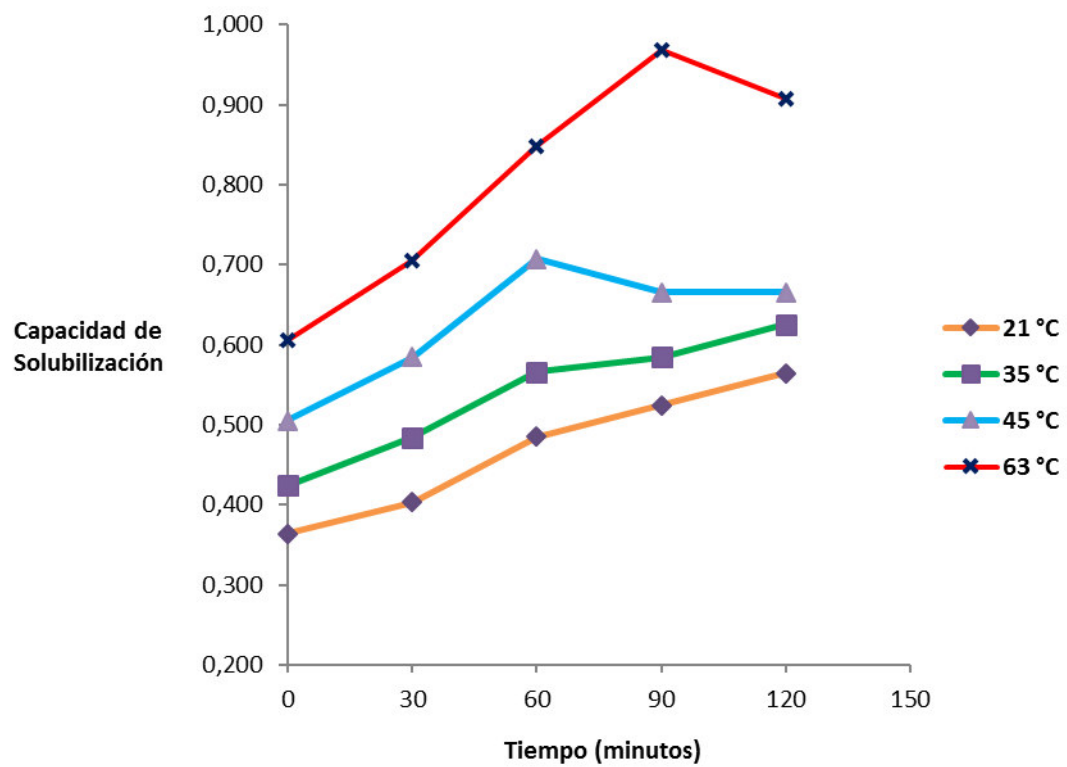


Figura 6. Capacidad de solubilización en función del tiempo y temperatura, de la rehidratación del polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

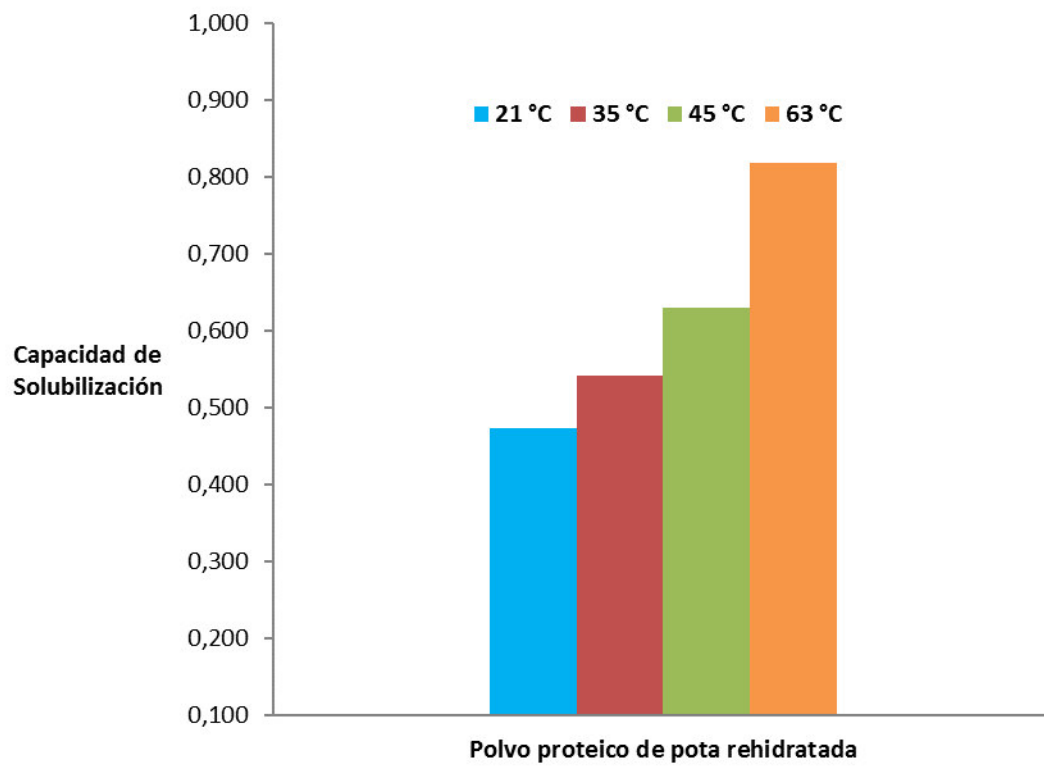


Figura 7. Capacidad de solubilización de la rehidratación del polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*) a diferentes temperaturas.

4.1.2 Proceso de incubación en la elaboración de yogurt

4.1.2.1 Comportamiento de pH, acidez y viscosidad

En la presente investigación se ha realizado una evaluación y seguimiento al proceso de incubación, el proceso de incubación duró 6 horas como tiempo máximo, los resultados se muestran en las figuras 8, 9 y 10 para el pH, acidez y viscosidad, respectivamente. El comportamiento de pH notoriamente muestra una disminución conforme aumenta el tiempo de permanencia en la incubadora.

La acidez aumenta conforme se incrementa el tiempo, para el caso del tratamiento 5 (YM5) presentó una alta acidez al finalizar el tiempo de incubación y el tratamiento 6 (YM6) tiene una baja acidez respecto a los demás tratamientos realizados en la investigación al término del tiempo que requiere el proceso de incubación (figura 9).

La viscosidad (figura 10) aumenta por cada hora transcurrida. Los resultados obtenidos nos muestran que todos los tratamientos incrementan su viscosidad, siendo el tratamiento 5 (YM5) el que presenta mayor viscosidad al término del proceso de incubación, en cambio, el tratamiento 6 (YM6) tuvo el más bajo valor de viscosidad al finalizar el proceso. Considerando, que el tratamiento 6 es el control de la investigación (tiene 0% de polvo proteico de pota).

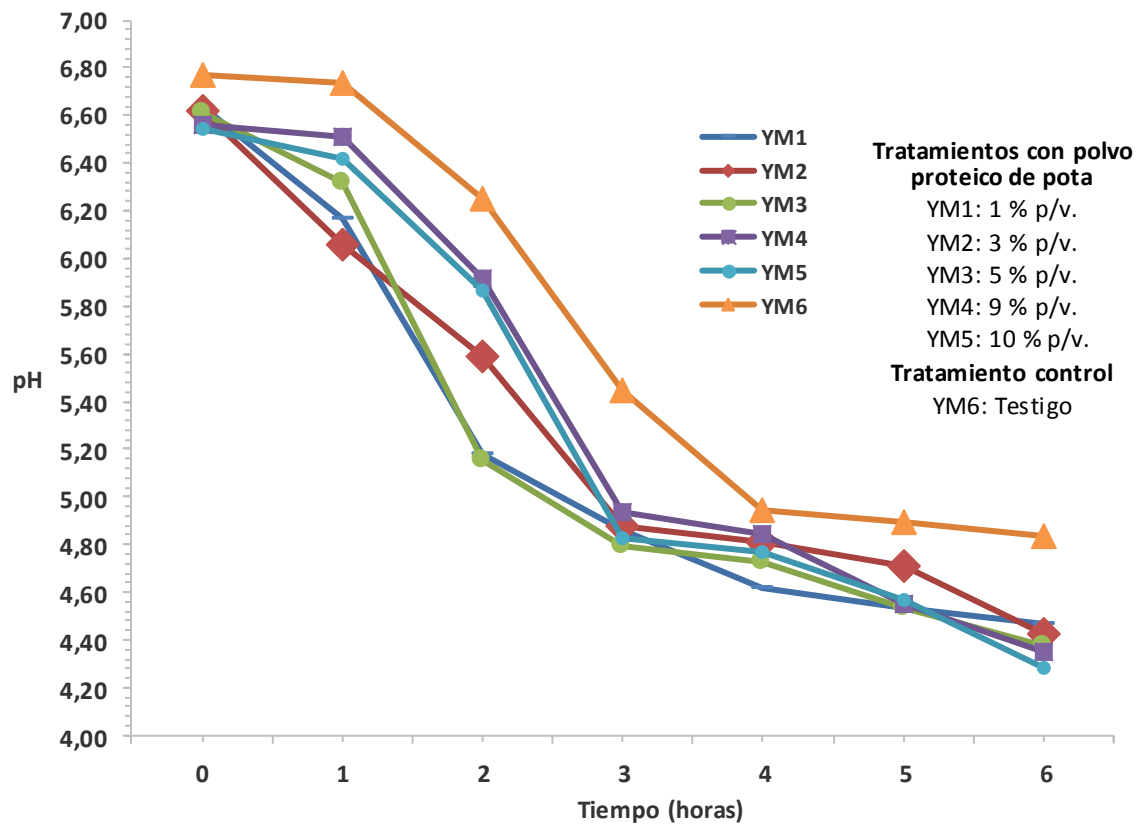


Figura 8. Caída del pH en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

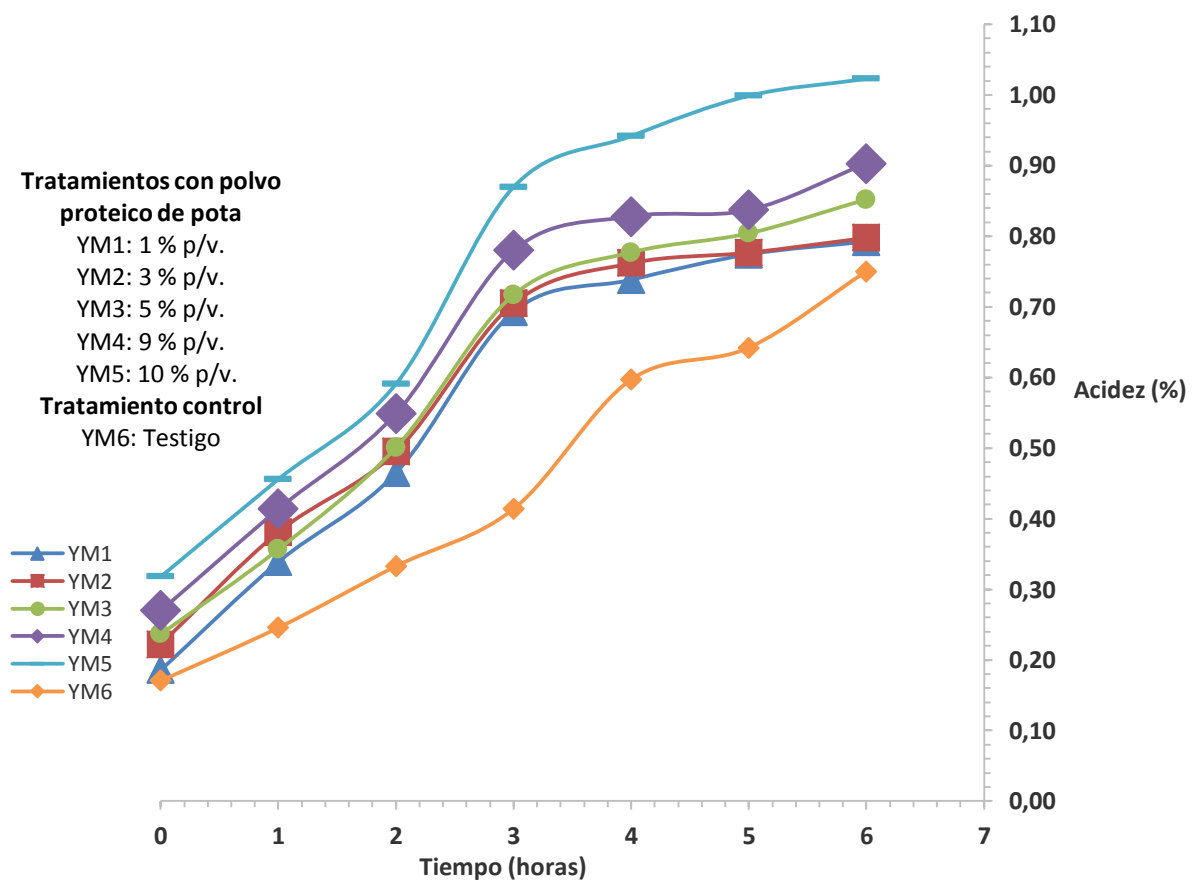


Figura 9. Incremento de acidez en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

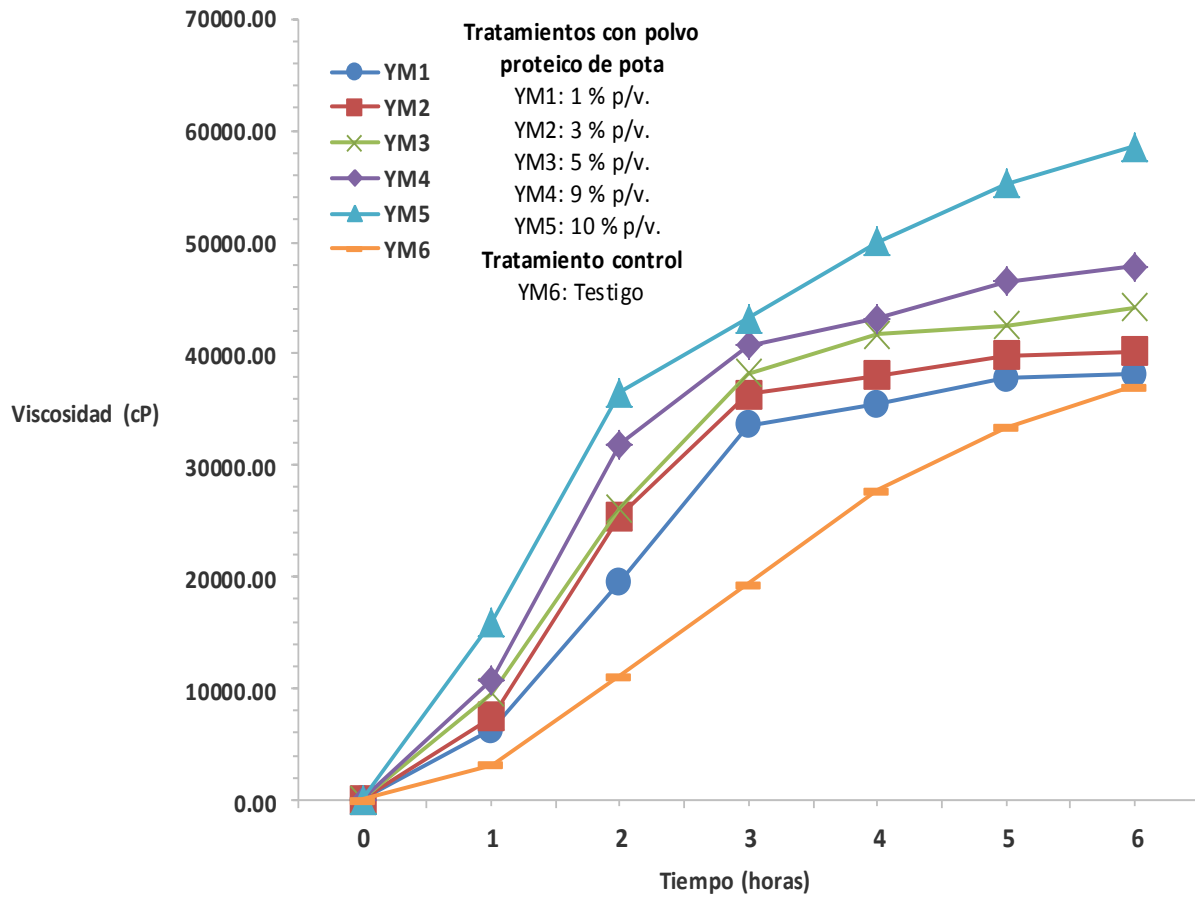


Figura 10. Incremento de viscosidad en función del tiempo durante el proceso de incubación (42 °C) del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

4.1.3 Evaluación fisicoquímica y microbiológica del yogurt

4.1.3.1 Análisis fisicoquímica

a. pH y acidez

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 9. El valor de pH del yogurt elaborado con 10 % p/v, fue de 4,06, siendo este valor el más bajo respecto a los demás tratamientos. Los resultados muestran que cuanto más polvo proteico de pota se encuentra en el yogurt elaborado el pH es más bajo (figura 11).

Tabla 9. Valores de pH y acidez para yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Tratamientos	pH (21°C)	Acidez (% ác. Láctico)
Yogurt con 1 % (p/v) de PPP*	4,43 ± 0,006	0,81 ± 0,009
Yogurt con 3 % (p/v) de PPP*	4,31 ± 0,006	0,85 ± 0,005
Yogurt con 5 % (p/v) de PPP*	4,21 ± 0,010	0,89 ± 0,005
Yogurt con 7 % (p/v) de PPP*	4,16 ± 0,012	0,94 ± 0,010
Yogurt con 10 % (p/v) de PPP*	4,06 ± 0,006	1,05 ± 0,010
Yogurt con 0 % de PPP*	4,65 ± 0,015	0,76 ± 0,010

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

* PPP: Polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*)

De la misma forma, se observa que la acidez aumenta conforme se incrementa el contenido de adición de polvo proteico de pota como insumo en la elaboración del yogurt (figura 12).

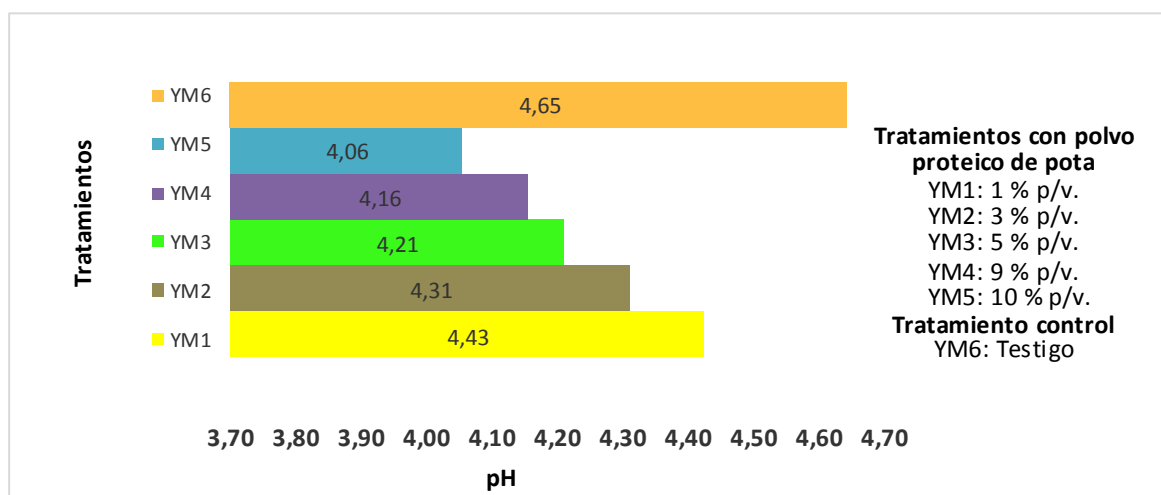


Figura 11. Valores de pH del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

Los resultados del análisis estadísticos (tablas 10 y 11) tanto para el pH y la acidez del yogurt elaborado, nos indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por consiguiente, los resultados obtenidos por una evaluación de prueba de Tukey también nos muestran que existen diferencias significativas entre las medias; los tratamientos fueron analizados con un límite de confianza al 95 %.

Tabla 10. Análisis de varianza y significancia para el pH del yogurt elaborado con adición de polvo de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
(A)	0,673	5	1,345E-01	1424,576	0,000	3,106
Error	0,001	12	9,444E-05			
Total	0,674	17				

A: polvo proteico de pota.

p-valor > 0,05

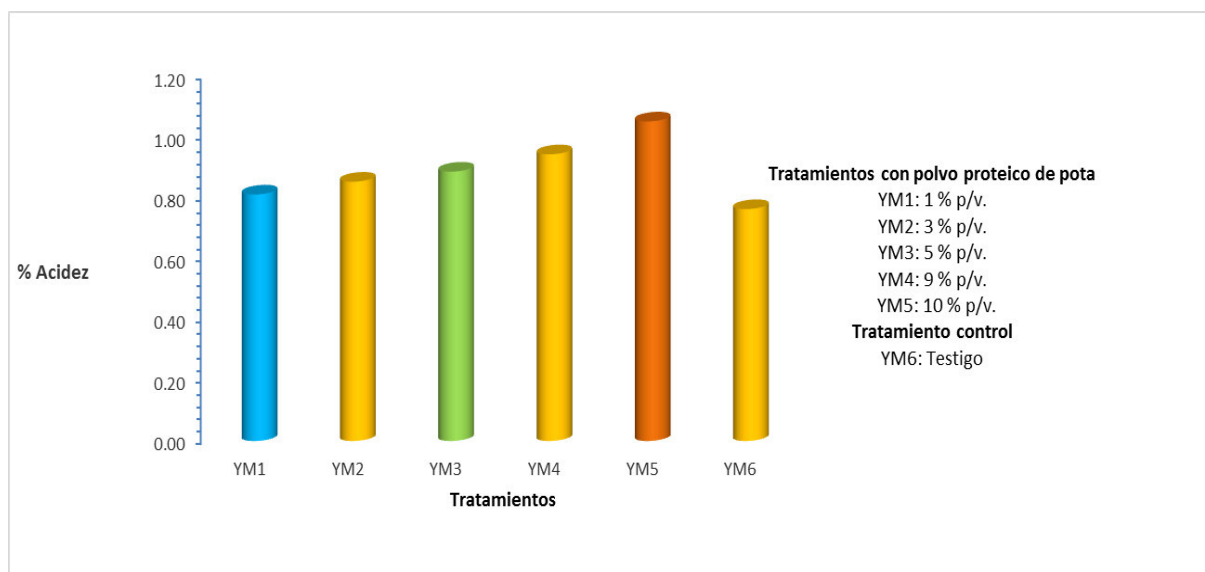


Figura 12. Acidez del yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

Tabla 11. Análisis de varianza y significancia para la acidez del yogurt elaborado con polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
(A)	0,157	5	0,031	410,224	0,000	3,106
Error	0,001	12	0,000			
Total	0,158	17				

A: polvo proteico de pota
 $p\text{-valor} > 0,05$

b. Viscosidad y sinéresis

La tabla 12 nos señala los valores de viscosidad y sinéresis. La viscosidad en el tratamiento 5 (yogurt elaborado con adición de 10% de polvo proteico de pota) presentó el más alto valor, observándose que el aumento en los cinco primeros tratamientos, con respecto al control (tratamiento 6) es mayor a medida que se incremente el porcentaje de polvo proteico de pota, tal como se aprecia en la figura 13.

Tabla 12. Viscosidad y sinéresis para yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de pota

Tratamientos	Viscosidad (22°C) (cP)	Sinéresis (%)
Yogurt con 1 % (p/v) de PPP*	38660,00 ± 361,66	1,04 ± 0,017
Yogurt con 3 % (p/v) de PPP*	40933,33 ± 292,97	0,91 ± 0,012
Yogurt con 5 % (p/v) de PPP*	44333,33 ± 340,34	0,75 ± 0,017
Yogurt con 7 % (p/v) de PPP*	48033,33 ± 354,73	0,42 ± 0,017
Yogurt con 10 % (p/v) de PPP*	58900,00 ± 250,00	0,10 ± 0,013
Yogurt con 0 % de PPP*	37210,00 ± 326,04	1,16 ± 0,092

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

* PPP: Polvo proteico de pota (*Dosidicus gigas*)

Respecto a la sinéresis (figura 14), se obtuvo como resultado un descenso en los porcentajes a medida que se incrementó el nivel de adición del polvo proteico de pota. El tratamiento 6 (control) refleja un porcentaje alto de sinéresis respecto a los demás tratamientos, tal como se puede apreciar en la tabla 12.

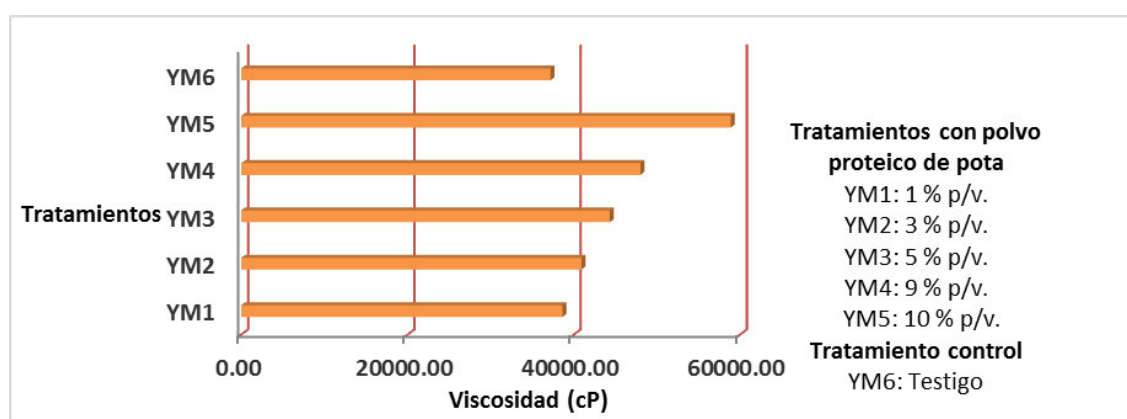


Figura 13. Viscosidad del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente y por medio de un análisis de varianza se demostró que entre los tratamientos, a nivel de viscosidad y sinéresis, existe diferencia significativa (tabla 13 y 14). La prueba de Tukey al 5 % confirma esta diferencia significativa.

Tabla 13. Análisis de varianza y significancia para la viscosidad del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
(A)	958956650	5	191791330,000	1835,031	0,000	3,106
Error	1254200	12	104516,667			
Total	960210850	17				

A: polvo proteico de pota
 $p\text{-valor} > 0,05$

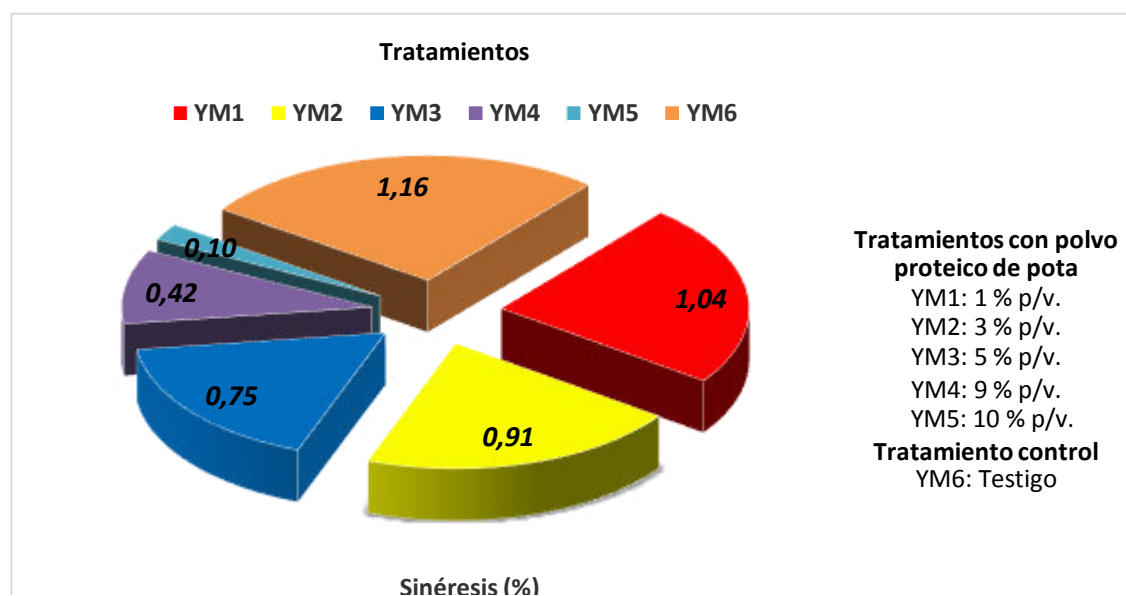


Figura 14. Sinéresis para el yogurt elaborado con diferentes porcentajes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*.

Tabla 14. Análisis de varianza y significancia para la sinéresis del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
(A)	2,440	5	0,488	305,912	0,000	3,106
Error	0,019	12	0,002			
Total	2,459	17				

A: polvo proteico de pota

p-valor >0,05

4.1.3.2 Análisis sensorial

a. Sabor

El análisis estadístico (tabla 15) realizado a la variable sabor demostró que existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que indica que el atributo sabor influyó en la aceptabilidad. En tal sentido, solo a los tratamientos que se le adicionó polvo proteico de pota, se realizó el análisis estadístico por Tukey, siendo el tratamiento 2 (YM2) el de mayor aceptabilidad, inclusive el puntaje promedio obtenido fue ligeramente igual al tratamiento 6 (figura 15). Los puntajes promedio obtenidos figuran en el anexo 2.

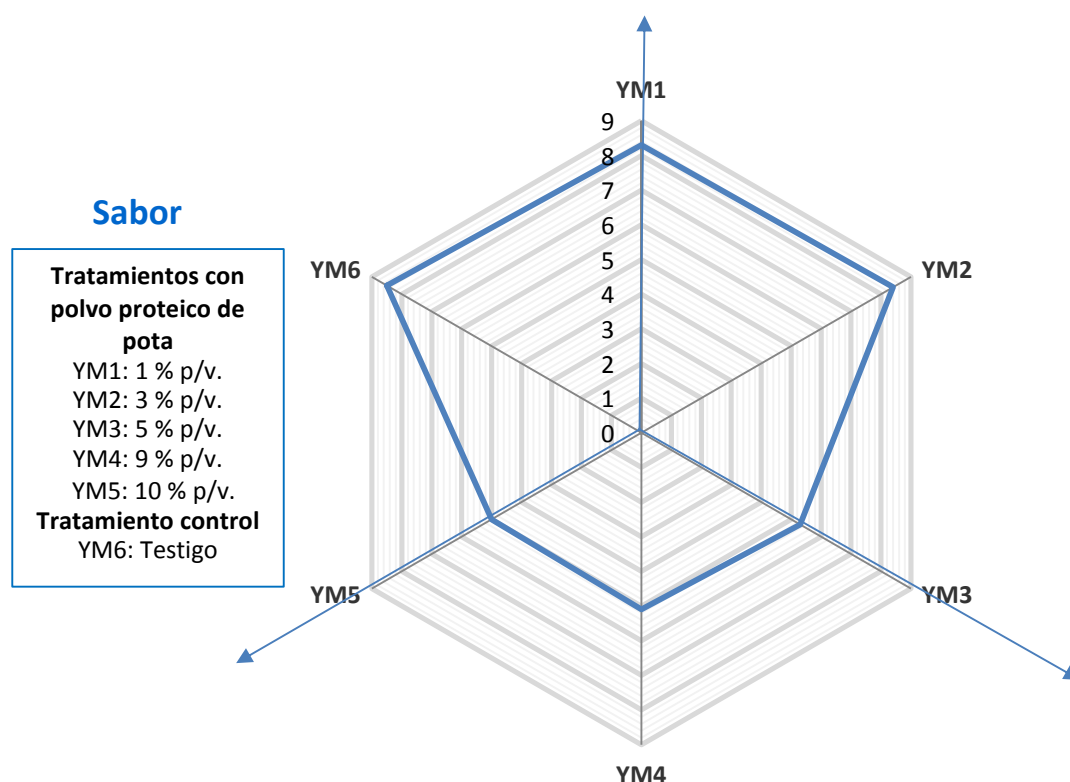


Figura 15. Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*, a nivel del atributo sabor.

Tabla 15. Análisis de varianza y significancia para el sabor del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloque	10,733	9	1,193	1,300	0,263	2,096
Tratamientos	160,733	5	32,147	35,055	0,000	2,422
Residual	41,267	45	0,917			
Total	212,733	59				

p-valor >0,05

b. Aroma

La tabla 16 nos muestra el análisis estadístico realizado a la variable aroma. Se demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que señala que el atributo sensorial aroma influyó en la preferencia de los panelistas. Por ende, se efectuó el análisis estadístico por Tukey a los tratamientos que se le ha adicionado polvo proteico de pota, resultando que el tratamiento 2 (YM2) fue el de mayor aceptabilidad con un puntaje promedio de 7,60 (anexo 2, figura 16). Los menores puntajes obtenidos lo presentaron los tratamientos 4 y 5.

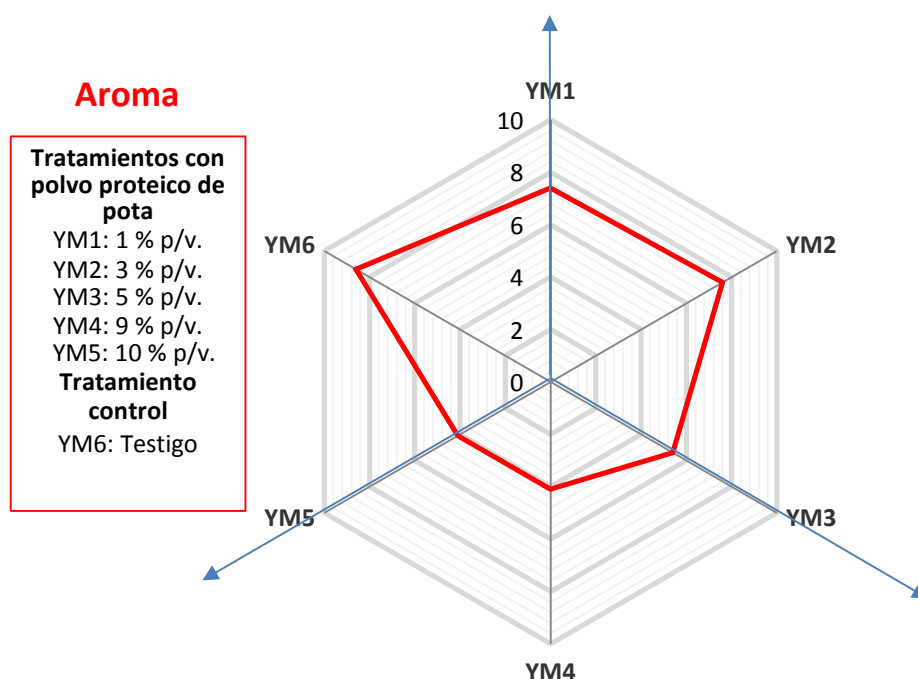


Figura 16. Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*, a nivel del atributo aroma.

Tabla 16. Análisis de varianza y significancia para el aroma del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloque	5,933	9	0,659	0,792	0,625	2,096
Tratamientos	186,200	5	37,240	44,728	0,000	2,422
Residual	37,467	45	0,833			
Total	229,600	59				

p-valor >0,05

c. Textura

Los resultados del análisis estadístico (tabla 17) demuestran que existe diferencia significativa entre los tratamientos, lo que revela que el atributo textura influyó en la preferencia de los panelistas. Por lo cual, se llevó a cabo el análisis estadístico por Tukey, siendo el tratamiento 2 (YM2) el que mejor aceptabilidad presentó, su puntaje promedio obtenido resultó inclusive mayor que el obtenido en el tratamiento 6 (anexo 2, figura 17).

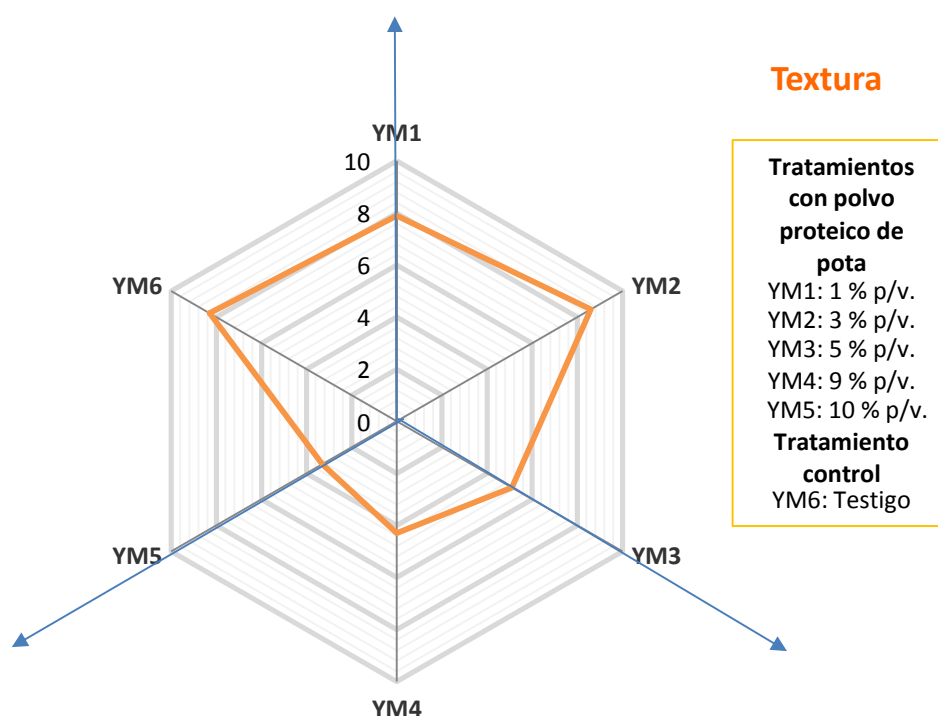


Figura 17. Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*, a nivel del atributo textura.

Tabla 17. Análisis de varianza y significancia para la textura del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloque	4,750	9	0,528	0,748	0,663	2,096
Tratamientos	262,750	5	52,550	74,480	0,000	2,422
Residual	31,750	45	0,706			
Total	299,250	59				

$p\text{-valor} > 0,05$

d. Color

La evaluación estadística de la variable color por medio del análisis de varianza (tabla 18) expresó que existe diferencia significativa entre los tratamientos, el cual demuestra que el atributo color influyó en la preferencia de los panelistas. Por consiguiente, se realizó la

evaluación según el test de Tukey, analizando solo a los tratamientos que se le adicionó el polvo proteico de pota, siendo el tratamiento 2 (YM2) el de mayor aceptabilidad con un puntaje promedio de 7,80 y para el tratamiento 6 (control) fue de 8,10 (anexo 2, figura 18). En la figura 19 se puede apreciar, en forma conjunta que el tratamiento YM2 fue el mejor.

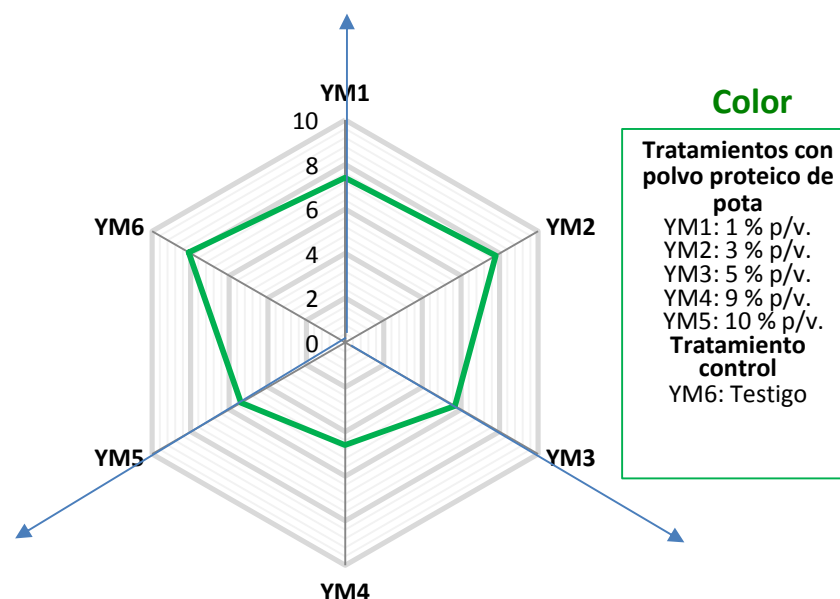


Figura 18. Aceptación del yogurt elaborado a concentraciones diferentes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*, a nivel del atributo color.

Tabla 18. Análisis de varianza y significancia para el color del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloque	21,667	9	2,407	2,348	0,029	2,096
Tratamientos	105,200	5	21,040	20,523	0,000	2,422
Residual	46,133	45	1,025			
Total	173,000	59				

p-valor >0,05

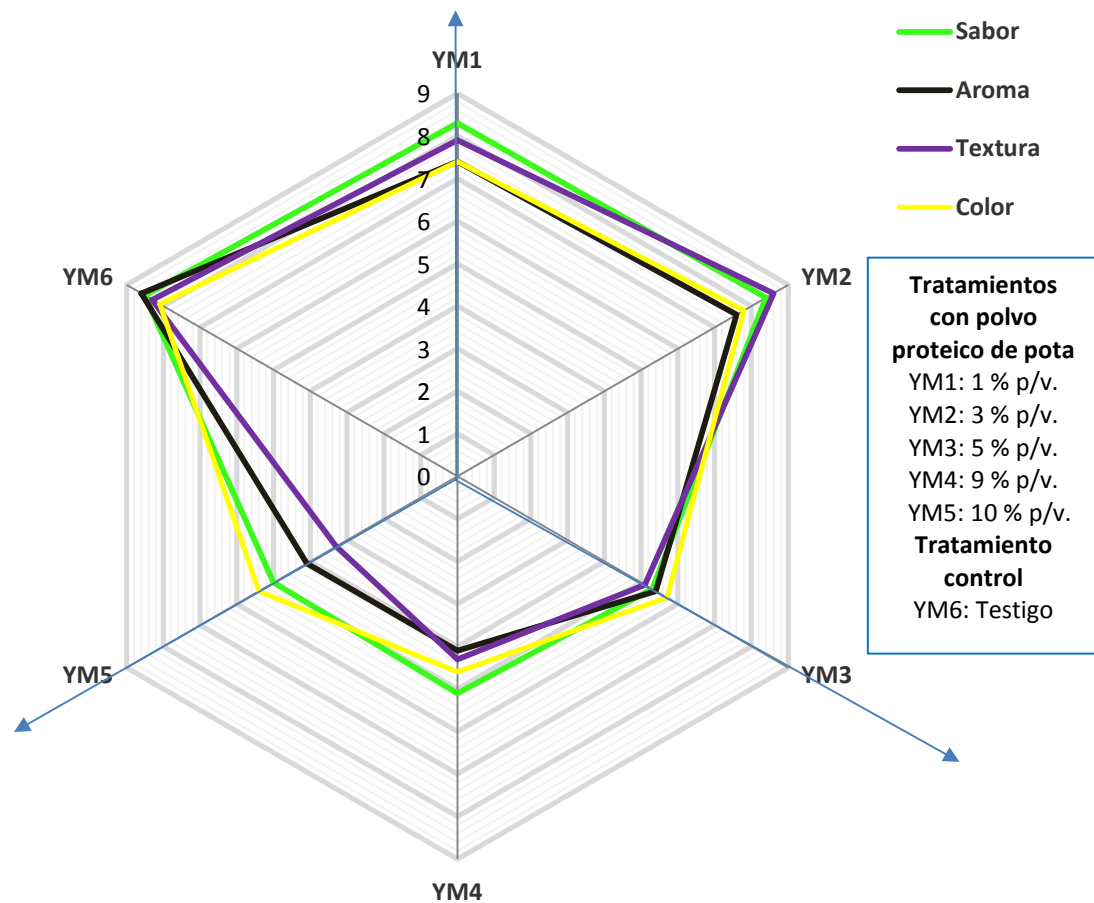


Figura 19. Aceptación del yogurt elaborado a diferentes porcentajes de polvo proteico de *Dosidicus gigas*, a nivel del sabor, aroma, textura y color.

4.1.3.3 Análisis de la composición química proximal del yogurt con polvo de pota de mayor aceptabilidad

Los resultados que se muestran en la tabla 19 pertenecen al tratamiento 2 (3 % p/v, de polvo proteico de pota), por haber resultado el de mayor aceptabilidad.

Tabla 19. Composición química proximal para yogurt elaborado con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota

Característica	Valor (%)
Proteína total	5,30 ± 0,055
Agua	81,88 ± 0,068
Minerales totales	0,61 ± 0,002
Lípidos	3,70 ± 0,013
Carbohidratos	8,50 ± 0,100

Valor Medio ± Desviación Estándar (n = 3).

4.1.3.4 Análisis microbiológico del yogurt de mayor aceptabilidad

Siendo el tratamiento 2 con mayor puntuación, sustentado estadísticamente, la tabla 20 nos señala que el yogurt con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota (tratamiento 2) es inocuo, por tal cual es apto para consumo humano.

Tabla 20. Recuento de coliformes, mohos y levaduras en yogurt con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota

Microorganismo	Recuento
Coliformes (ufc/mL)	0
Mohos y Levaduras (ufc/mL)	Ausencia

Análisis microbiológico según la NTS 071 – MINSA.

4.2 Discusión

4.2.1 Evaluación química proximal y fisicoquímica de la leche y el polvo proteico de pota

El contenido de proteína obtenido de la leche se encuentra dentro del rango establecido por Agudelo & Bedoya (2005). La proteína láctea es una mezcla de fracciones proteicas y de pesos moleculares diferentes.

Masa, Solari & Albrecht-Ruiz (2008), indican un contenido promedio de proteína total para la pota (*Dosidicus gigas*) de aproximadamente 16 – 18 %, humedad 82 – 86 %; en el polvo de pota se observa concentración del valor de proteína hasta 42 %. Masa et al. (2008), no encontraron variaciones significativas entre el peso y tamaño de los especímenes en relación al contenido de nitrógeno total (proteína).

El pH del polvo proteico de pota fue de 6,71; este depende del tiempo transcurrido desde la captura, temperatura de almacenamiento y estado fisiológico del animal (Ruiz, Moral, Morales & Montero, 2002; Moral, 1987); por lo cual, es tomado como índice de calidad.

En la pota fresca el pH tiende a elevarse hasta 7,0 debido al incremento en los niveles de amoníaco (Hebard, Flick & Martin, 1982). Los procesos a que fue sometida la pota para obtener el polvo proteico son los que modificaron el pH, así como explicaron Masa et al. (2008).

4.2.2 Evaluación fisicoquímica durante la etapa de incubación del yogurt con adición de polvo proteico de pota

a. pH, acidez y viscosidad

Las fortificaciones con proteína a través del polvo proteico de pota afectaron el tiempo de fermentación requerido para los diferentes tratamientos de yogurt, que alcanzaron valores de pH entre 4,10 – 4,20 (figura 8), tal como lo demuestra Puppo & Añón (1998).

El cambio de pH durante la fermentación se muestra en la figura 8. El pH disminuye a medida que progresa el tiempo de fermentación. Para el yogurt control (tratamiento 6, "YM6") el valor fue de 6,70 a 0 horas, y disminuyó a 4,84 a las 5 horas estabilizándose a la sexta hora de fermentación. Los tratamientos del 1 al 5 (con polvo proteico de pota) presentaron valores significativamente menores con respecto al tratamiento control, en cada intervalo de tiempo. Estos resultados tienen una estrecha relación con los obtenidos por Rohm & Schmid (1993), quienes explican que una fortificación de la materia seca influye en las propiedades fisicoquímicas del yogurt.

Entre el tratamiento 1 (YM1) y el tratamiento 2 (YM2), no hubo diferencia significativa a cada intervalo de tiempo hasta las 6 horas de incubación. A mayor cantidad de polvo proteico de pota se obtuvieron valores más bajos de pH. Martins & Netto (2006), explican que las proteínas tienen diversas propiedades funcionales, entre ellas las de disminuir o incrementar los valores de pH.

Después de 6 horas de fermentación, los valores de pH continúan disminuyendo durante cortos tiempos de almacenamiento en refrigeración Aportela (2003) y Penna et al. (2003). En la presente investigación los valores de pH en el yogurt control y en el tratamientos con 10 % de polvo proteico de pota fueron de 4,65 y 4,06 después de un día de almacenamiento, respectivamente (tabla 9).

La acidez, al igual que el pH, es una propiedad de suma importancia debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse o deteriorar el alimento (Alatríste, 2002). El incremento que se observa en todos los tratamientos (figura 9) se relaciona con la producción de ácido láctico.

La acidez aumentó con el tiempo de incubación en todos los tratamientos, tal como indica Rincón, Oberto & León de Pinto (2005). Entre los

tratamientos 1 y 2 no se encontró diferencia significativa. Caso contrario, se encontró entre el tratamiento 4 y 5, que contenía 7 y 10 % de polvo proteico de pota; la acidez relativamente alta propia del incremento de ácido láctico es también explicada por la incorporación de un nuevo insumo en la elaboración de un yogurt tal como señala Rincón et al. (2005).

Respecto a la viscosidad, este es un atributo de calidad más apreciado en el yogurt (Enriquez, 2012). El tratamiento 5 que contenía el más alto nivel de incorporación de polvo proteico de pota mostró diferencia significativa con respecto a los otros tratamientos, hasta finalizar la sexta hora de fermentación. Este incremento puede deberse a la interacción entre la caseína de la leche y la proteína presente en el polvo de pota durante la etapa de fermentación. Săker (2011), observaron que la viscosidad depende del contenido de sólidos totales en la leche empleada para elaborar yogurt; esto se pudo verificar también en el presente trabajo. Según Clark, Kavanagh & Ross-Murphy (2001), las proteínas contribuyen a la formación del gel; lo cual explicaría las diferencias de viscosidad entre tratamientos.

La prueba estadística de intervalos múltiples de Tukey corrobora las diferencias entre los promedios de los tratamientos; semejante a los resultados obtenidos por Enriquez (2012) quién argumenta que las diferencias entre los promedios de los tratamientos se debería al incremento de los sólidos totales.

4.2.3 Evaluación fisicoquímica y sensorial del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

a. pH

En general el pH, del yogurt estuvo por arriba de 4, valor que se encuentra dentro del rango establecido por Guggisberg, Eberhard & Albrecht (2007) y Penna et al. (2003); aunque entre los tratamientos existen diferencias, esta variación probablemente responde principalmente a dos aspectos: a la influencia que ejerce la proteína y demás componentes del polvo proteico

de pota en el pH de yogurt y a la producción de ácido láctico por parte de las bacterias lácticas durante el corto almacenamiento en refrigeración de cada tratamiento. Brennan & Tudorica (2008), comprobaron el efecto que tienen los carbohidratos sobre los valores de pH.

Los valores más bajos de pH, alrededor de 4,06, se registraron en el tratamiento con alto contenido de polvo proteico de pota (tabla 9). Los valores decrecientes de pH observados se relacionan con lo mencionado por Tárrega & Costell (2006), quienes postulan que el incremento de sólidos totales tiene efecto en bajar los valores de este parámetro. Esta relación inversa entre los valores de pH y los porcentajes de polvo proteico de pota es también observada en la presente investigación.

El análisis estadístico (ANOVA de 1 factor), corrobora este efecto significativo ($p < 0,05$) por parte de la variable (polvo proteico de pota) sobre el valor de pH del yogurt elaborado. Considerándose que el valor de pH en el yogurt no solamente varía por la producción de ácido láctico debida a las bacterias lácticas (Tamime & Robinson, 1991).

b. Acidez

La acidez del yogurt que está íntima e inversamente relacionada con el descenso del pH (Vásquez, 2008; Vera, 2011 y Alais, 1985) aumentó; en relación al contenido de polvo proteico de pota adicionado al yogurt; desde 0,81 % para los tratamientos con bajo contenido de polvo proteico de pota hasta 1,05 % para los tratamientos con alto contenido de este. Evolución que es normal y que ha sido reportada en otras investigaciones semejantes como el de Tridjoko, Bouillannie, Landon & Desmazeaud (1992), quienes cuantificaron una acidez alrededor de 0,7 a 1,35 % en yogurt con soya; y el de Pirkul, Temiz & Kemal (1998), quienes reportaron una acidez aproximadamente entre 0,85 y 1,1 % para diferentes formulaciones de yogurt enriquecido con calcio.

Los cambios de acidez fundamentalmente son el resultado de las transformaciones bioquímicas que ocurren en el yogurt durante su procesamiento y almacenamiento (Alais, 1985).

El análisis estadístico indica que hay efecto significativo del polvo proteico de pota sobre la acidez; lo cual como ya se mencionó anteriormente, se atribuye a la actividad de las bacterias lácticas (Sodini, Remeuf, Haddad & Corrieu, 2004; Alais, 1985), tal como se puede apreciar en los resultados de la presente investigación (tabla 9).

c. Sinéresis

Los valores obtenidos (0,10 y 1,16 %) están por debajo de lo reportado por Rivas (2001) para un yogur estándar, y son muy inferiores a lo reportado (70 – 80 %) por Aguirre (2002), quien además observó la tendencia, de que cuanto mayor es el nivel de grasa, el grado de sinéresis disminuye.

Esto se puede apreciar en los tratamientos con incorporación de polvo proteico de pota (tabla 12), en la que aquellos tratamientos con 1, 3 y 5 % de polvo proteico de pota (YM1, YM2 y YM3) exhibieron valores de sinéresis menores, mientras que en los tratamientos con 7 y 10 % de polvo proteico de pota (YM4 y YM5) la sinéresis evaluada fue mucho menor.

La cantidad de proteína presente en el polvo de pota incorporado es un factor importante en este fenómeno; pues este efecto se debe generalmente a la propiedad funcional que tiene la proteína sobre la sinéresis (Keating & Gaona, 1999).

La proteína ayuda a retener agua evitando así el defecto de sinéresis (Tamine & Robinson, 1991), este efecto de retención de agua se observó en los resultados de la investigación (tabla 12), que a mayor contenido de polvo proteico de pota los valores de sinéresis fueron consistentemente inferiores.

Por el contrario, en el tratamiento 6 o yogurt control (YM6) se observó que el grado de sinéresis es el más elevado. La pérdida de estabilidad y de la capacidad de retención de agua del yogurt; se debería a las modificaciones estructurales del gel lo cual provoca la salida del agua. Vélez & Rivas (2001) aluden a otros elementos causantes de la sinéresis, como en las variaciones de la temperatura de incubación, así también el enfriamiento insuficiente durante el proceso de elaboración. Por otro lado, Remeuf, Mohammed, Sodini & Tissier (2003), explica que el cambio de la sinéresis es un fenómeno que varía dependiendo de la formulación del yogurt. Además Hassan, Ipsen, Janzen & Qvist (2003), lo atribuyen a las características fisicoquímicas propias del yogurt sin adición de estabilizantes.

Vélez-Ruiz & Barbosa-Cánovas (1997) mencionan que la sinéresis es considerada como un defecto en el yogurt, durante años se ha establecido que la combinación de buena firmeza sin sinéresis es esencial para obtener un yogurt de alta calidad.

En general se observa que los valores de sinéresis tienen una diferencia significativa entre los dos tipos de yogurt (con y sin polvo proteico de pota); esto se atribuye posiblemente a la proteína contenida en el polvo proteico de pota agregada ya que favorece la formación del gel, y esto conlleva la absorción del agua evitando así la separación de fases, así lo confirman Clark et al. (2001) indicando que toda proteína fortalece la red del gel formado. El análisis de varianza realizado sobre la sinéresis teniendo como variable nivel de polvo proteico de pota, indica que existe una diferencia significativa ($p < 0,05$) ocasionada por el factor sinéresis.

d. Viscosidad

Acerca de las propiedades reológicas del yogurt con polvo proteico de pota; todos los tratamientos estudiados se comportaron como fluidos no newtonianos (Damin, Alcântara, Nunes & Oliveira, 2009) y como se

esperaba, el comportamiento no newtoniano del yogurt fue afectado por el factor estudiado en el trabajo: polvo proteico de pota.

Aunque en términos generales la viscosidad de los yogures con polvo proteico de pota (figura 13) fue mayor que la del yogurt control. La incorporación de polvo proteico de pota en el yogurt, ocasionó que todos los tratamientos con este insumo tengan propiedades reológicas diferentes respecto al yogurt control (YM6). Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por Drake, Chen, Tamarapu & Leenanon (2000), quienes reportaron que la viscosidad de yogures adicionados con 2,5 y 5 % de proteína de soya presentan altos valores de viscosidad (10000 – 90000 cP).

Se observó una tendencia generalizada en el aumento de la viscosidad aparente conforme se incrementó el porcentaje de polvo proteico de pota adicionado, debido al aumento del coeficiente de consistencia por la presencia de proteína en el polvo proteico de pota.

Adicionalmente, la viscosidades de los tratamientos con 7 y 10 % de polvo proteico de pota (YM4 y YM5), muestran una mayor resistencia al flujo, que aquellos tratamientos con 1 y 3 % de polvo proteico de pota (YM1 y YM2), teniendo las de 5 % un valor intermedio (YM3) (tabla 12).

Por otro lado, el polvo proteico de pota afectó la viscosidad, de manera generalizada, ya que la ausencia de este constituyente ocasionó una baja viscosidad, pero con respecto a 10 % de polvo proteico de pota hay un aumento muy notorio en la viscosidad, como se puede apreciar en la figura 13, siendo el más notable con respecto a los demás yogures; sin embargo, el efecto de polvo proteico de pota se refleja claramente en las propiedades reológicas del yogurt. Singh & Muthukumarappan (2008) obtuvieron similares efecto en la propiedades reológicas.

Una observación que resulta interesante y que se presenta en los tipos de yogurt con polvo proteico de pota, es que el valor más bajo en la viscosidad (38660 cP) corresponde al tratamiento con 1 % de polvo proteico de pota.

Dado que se observa el comportamiento de fluido no newtoniano durante el procesamiento, se evaluó la viscosidad de todos los tratamientos por medio de un viscosímetro basado en la ley de Potencia (Damin et al., 2009).

Esta tendencia de aumento de viscosidad en los yogures elaborados, se deben básicamente a los cambios estructurales del gel; como aumento de firmeza o rigidez de la matriz proteica, menor sinéresis y aumento de consistencia (Sodini et al., 2004).

La tendencia a incrementar la viscosidad en función de la composición del yogurt, también ha sido observada por Ramaswamy & Basak (1992) y Basak & Ramaswamy (1994) para yogures enriquecidos con pectina en polvo y concentrados de fruta.

Adicionalmente, la magnitud de la propiedad reológica, viscosidad, estudiada en esta investigación, son comparables a aquellas mencionadas por Penna et al. (2003), estos autores prepararon una bebida láctea a base de yogurt y suero adicionada con carragenina en polvo.

El valor de la viscosidad en los tratamientos tuvo una variación de 37210 a 58900 cP (tabla 12), que en general son valores superiores a lo reportado por otros autores, como Tavman & Taiman (1999), Rivas (2001), Aguirre (2002) y Alatríste (2002); esta diferencia, se debe al efecto del polvo proteico de pota que resulta en un yogurt más rico en sólidos y por lo tanto más viscoso (figura 13).

Los valores de viscosidad en el yogur con polvo proteico de pota son más altos respecto a los datos obtenidos por Tudorica, Brennan, Kuri &

Jones (2002), para un yogurt adicionado con polvo de cebada, misma que fue agregada previamente a la formación del gel.

El análisis de varianza así como la prueba de Tukey indican que el polvo proteico de pota tuvo un efecto positivo significativo ($p < 0,05$) en el factor viscosidad.

e. Sensorial

Se puede apreciar, que los yogures con menores porcentajes de polvo proteico de pota fueron los mejor calificados en sus atributos que los de mayor contenido de polvo proteico de pota. El yogurt control mantuvo un nivel promedio de aceptación. Lo cual indica que incrementos en los porcentajes de polvo proteico de pota al yogurt no necesariamente mejora la aceptabilidad del yogurt. Resultados similares reportados por Singh & Muthukumarappan (2008) y Drake et al. (2000).

Con respecto al sabor el tratamiento 2 (YM2), yogurt fortificado con 3 % de polvo proteico de pota, tuvo una calificación ligeramente más alta que los demás tratamientos, y por consiguiente presentó mayor aceptabilidad. El puntaje obtenido para el aroma también fue el mayor calificado (7,6 puntos) y muy próximo al obtenido para el yogurt control (8,6 puntos). El atributo aroma característico del yogurt es producido por varios ácidos grasos volátiles como son: acético, fórmico, caproico, caprílico, butírico y propiónico que aumentan en el yogurt durante la fermentación y son responsables del aroma del mismo (Alais, 1985).

En cuanto a la textura, los yogures elaborados con polvo proteico de pota (tratamiento 1 y 2) mostraron una calificación mayor, comparados con el control y otros tratamientos. Esto se debió probablemente al incremento de los sólidos totales que a su vez incrementa el valor de la viscosidad (Damin et al., 2009).

Al realizar la evaluación de aceptabilidad, se pudo notar que los tratamientos con 5 (YM3), 7 y 10 % de polvo proteico de pota (YM4 y YM5) mostraron una significativamente menor aceptabilidad de textura, comparada con los otros tratamientos.

Por preferencia general, el tratamiento 1 (con 1% de polvo proteico de pota) y 2 (con 3% de polvo proteico de pota) mostraron una mayor preferencia por el consumidor respecto a los demás tratamientos con adición de polvo proteico de pota. Las calificaciones sensoriales para el tratamiento 5 (con 10% de polvo proteico de pota) fueron mucho más bajas comparadas con los demás tratamientos. Aguirre (2002) del mismo modo señaló que no necesariamente aquellos insumos que mejoran las características fisicoquímicas incidan en una mayor aceptabilidad del producto.

Del análisis de varianza aplicado al yogurt con polvo proteico de pota, resultó que el color fue el único parámetro que presentó una diferencia significativa. Mientras que para la apariencia general, el sabor y la textura si existió una diferencia significativa, resultando como mejor evaluado el yogurt con 3 % de polvo proteico de pota, con calificaciones por arriba de 7,5 puntos. Por consiguiente, es posible que la adición de mayores cantidades de este insumo en el yogurt ($> 3\%$), contribuya a una menor aceptación de este producto por parte del consumidor como mencionó Aguirre (2002).

La calidad sensorial de productos lácteos fortificados con proteína ha mostrado conservarse bien por la incorporación del polvo proteico de pota. Dos principales sabores discordantes se han asociado con productos lácteos: sabor resultante de la incorporación de polvo de pota en general y acidez atribuida a la proteína específicamente que se encuentra en el polvo de pota. Se conoce que la proteína favorece la elaboración de alimentos por sus diversas propiedades funcionales con desarrollo de olor y sabor agradables. La experiencia de los panelistas es un factor importante en la

evaluación de los alimentos, donde sus resultados de aceptabilidad se correlacionen positivamente con la evaluación sensorial al alimento (Anzaldúa, 1994).

Drunkler, Fett & Luiz (2001), recomiendan la adición de beta ciclodextrinas si es que se quiere mejorar el aroma y en parte del sabor, de las cuales se ha probado por medio de estudios recientes que disminuyen significativamente el “sabor desagradable” en el yogurt.

Según Keating & Gaona (1999) afirman que el sabor del yogurt está relacionado con los *Lactobacillus bulgaricus* y los *Streptococcus thermophilus* influenciados por factores importantes como la producción de acidez.

Aportela (2003) y Brennan & Tudorica (2008) recomiendan mejorar los atributos a través de más estudios relacionados a los insumos y sus efectos. Este estudio proporciona evidencia importante de que el polvo proteico de pota se puede adicionar al yogurt sin cambios significativos que afecte las propiedades sensoriales (aroma, color, sabor y textura), por el contrario, mejora importantes propiedades fisicoquímicas: viscosidad, sinéresis, pH y acidez.

De los resultados obtenidos sensorialmente, se ha detectado que el yogurt mejor aceptado fue el de 3 % de polvo proteico de pota, seguido por un nivel de 1 % de polvo proteico de pota, así lo confirma el análisis de varianza y la prueba de Tukey. Enriquez (2012), en su estudio sobre incorporación de sólidos totales en la elaboración de yogurt obtuvo resultados estadísticos similares.

4.2.4 Evaluación químico proximal del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota

Los niveles de proteína y grasa se incrementaron a lo largo del procesamiento del yogurt. Lo cual se atribuye al aporte de estos nutrientes contenidos en el polvo proteico de pota (tabla 19), similar resultado a lo obtenido por Damin et al. (2009). En ambos casos, el análisis estadístico indicó que los incrementos no son significativos.

En cuanto al contenido de agua y minerales totales sus valores se mantuvieron dentro de rangos esperados para un yogurt estándar normal. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Puvanenthiran, Williams & Augustin (2002).

El contenido graso obtenido (3,70 %) está por encima del rango obtenido por Spreer (2000), quien menciona que el yogurt debe tener como mínimo en grasa de 1,5 – 3,0%, por lo que nuestro resultado también se encuentra por encima del valor mínimo sugerido por la Norma Técnica Peruana 202.092:2014.

Con respecto al porcentaje de proteína obtenida fue de 5,30 %. El valor obtenido está por encima de los valores indicados en la Norma Técnica Peruana 202.092:2014 y del rango establecido por Spreer (2000), quién menciona que la proteína del yogurt se encuentra entre 4,0 – 4,6 %.

CONCLUSIONES

1. La cantidad óptima de utilización de polvo proteico de pota fue de 3 % (p/v) en la elaboración de yogurt, este presentó las siguientes características fisicoquímicas: pH $4,31 \pm 0,006$, acidez $0,85 \pm 0,005$ %, viscosidad $40933,33 \pm 292,97$ cP y sinéresis $0,91 \pm 0,012$ %; composición química proximal: proteína $5,30 \pm 0,055$ %, agua $81,88 \pm 0,068$ %, minerales totales $0,61 \pm 0,002$ %, lípidos $3,70 \pm 0,013$ % y carbohidratos $8,50 \pm 0,100$ %. Valores que se encuentran dentro del rango referencial para este tipo de alimento.
2. El polvo proteico de pota como insumo en la elaboración de yogurt tuvo efecto positivo e incidió favorablemente en las características fisicoquímicas (pH, acidez, viscosidad y sinéresis) y en las características organolépticas del yogurt (sabor, olor, textura y color).
3. La evaluación de aceptabilidad del yogurt elaborado con 3 % (p/v) de polvo proteico de pota indicó que los atributos mejor calificados en una escala hedónica de noveno grado fueron: sabor (8,4 puntos), aroma (7,6 puntos), textura (8,6 puntos) y color (7,8 puntos).

RECOMENDACIÓN

1. Impulsar investigaciones para incentivar la diversificación de uso del recurso hidrobiológico *Dosidicus gigas* “pota” como insumo para la fabricación de otros productos alimenticios de consumo masivo, tales como la elaboración de panes, sopas instantáneas, batidos, suplementos alimenticios destinados a la alimentación humana; en aras de mejorar la situación económica de los pescadores en las zonas de extracción del insumo y la salud de sus pobladores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, D. & Bedoya, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2 (1), 38-42.
- Aguilera, J. M. & Stanley, D. W. (1999). *Microstructural principles of food processing and engineering*. Gaithersburg, MD: Aspen.
- Aguirre, S. (2002). *Evaluación del efecto de la adición de calcio y reducción del nivel de grasa en las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogurt*. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla.
- Alais, Ch. (1985). *Ciencia de la leche*. Zaragoza: Reverte.
- Alatríste, K. (2002). *Efecto de la adición de fibra y calcio en un yogurt con sabor*. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla.
- Alvarado, J. & Aguilera, J. (2001). Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Zaragoza: Acribia S.A.
- Álvares, D. S. M., Zapico, T. J. & De Aguiar, T. J. A. (2008). Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar. *Revista chilena de nutrición*, 35 (1), 38-42.
- Allaert, C. & Escola, M. (2003). *Métodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Anzaldúa, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Armenta, A. F. (2006). *Elaboración y evaluación de vida de anaquel de salchichas tipo frankfurter a partir de músculo de calamar gigante (Dosidicus gigas)*. Tesis de Título. México: Instituto tecnológico de los Mochis.
- Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official Methods of Analysis* (15th ed.). Washington, DC: Autor.
- Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official Methods of Analysis* (16th ed.). Washington, DC: Autor.
- Aportela, A. (2003). *Estudio de las propiedades físicas, químicas y sensoriales en un yogurt saborizado, enriquecido con fibra y calcio*. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla.

- Baró, L., Lara, F. & Corral, E. (2010). Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Lácteos y derivados lácteos. In: Gil Hernández A, editor. Tratado de nutrición (Tomo II). (2ª ed.). Madrid: Médica Panamericana; pp. 1-26.
- Basak, S. & Ramaswamy, H. (1994). Simultaneous evaluation of shear rate and time dependency of stirred yogurt rheology as influenced by added pectin and strawberry concentrate. *Journal of Food Engineering*, 21, 385-393.
- Bayarri, S., Martí, M. A. R., Carbonell, I. & Costell, E. (2012). Identifying drivers of liking for commercial spreadable cheeses with different fat content. *Journal of Sensory Studies*, 27 (1), 1-11.
- Bazzino, G., Salinas, C. & Markaida, U. (2007). Variabilidad en la estructura poblacional del calamar gigante (*Dosidicus Gigas*) en Santa Rosalía, región central del golfo de California. *Ciencias Marinas*, 33 (2), 173 – 186.
- Brennan, C. S. & Tudorica, C. M. (2008). Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (5), 824-833.
- Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M. & Cal-Vidal, J. (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (4), 420-428.
- Castañeda, B., Manrique, R., Gamarra, F., Muñoz, A., Ramos, F., Lizaraso, F. & Martínez, J. (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis sweet* (chocho o tarwi). *Acta Med. Per.*, 25 (4), 210-215.
- Ceballos, A., Giraldo, G. & Orrego, C. (2012). Effect of freezing rate on quality parameters of freeze-dried soursop fruit pulp. *Journal of Food Engineering*, 111 (2), 360–365.
- Clark, A. H., Kavanagh, G. M. & Ross-Murphy S. B. (2001). Globular protein gelation—theory and experiment, *Food Hydrocol.*, 15, 383-400.

- Clark, S., Costello, M., Drake, M. & Bodyfelt, F. W. (2009). The sensory evaluation of dairy products (2da ed.). New York, NY: Springer.
- Clarke, R. & Paliza, O. (2000). The Humboldt Current squid *Dosidicus gigas*. *Rev. Biol. Mar. y Ocean.*, 35 (1), 1-39.
- Cuq, B., Gaiani, C., Turchiuli, C., Galet, L., Scher, L. Jeantet, R., Mandato, S., Petit, J., Murrieta, I., Barkouti, A., Schuck, P., Rondet, E., Delalone, M., Dumoulin, G., Delaplace, G. & Ruiz, T. (2013). Chapter Two – Advances in Food Powder Agglomeration Engineering. *Advances in Food and Nutrition Research*: 69, 41–103.
- Cuq, B., Rondet, E. & Abecassis, J. (2011). Food powders engineering, between knowhow and science: Constraints, stakes and opportunities. *Powder Technology*, 208 (2), 244–251.
- Damin, M. R., Alcântara, M. R., Nunes, A. P. & Oliveira, M. N. (2009). Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 42 (10), 1744-1750.
- Díaz, F., Berger, K., Barrenechea, M. & Mendoza, V. (2009). Informe anual desenvolvimiento del comercio exterior pesquero en el Perú 2008. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo: PromPerú. Lima. pp 4-111.
- Drake, M. A. (2007). Sensory analysis of dairy foods. *Journal of Dairy Science*, 90 (11), 4925-4937.
- Drake, M., Chen, X., Tamarapu, S. & Leenanon, B. (2000). Soy protein fortification affects sensory, chemical, and microbiological properties of dairy yogurts. *Journal of Food Science*, 65 (7), 1244-1247.
- Drunkler, D., Fett, R. & Luiz, M. (2001). Utilization of beta-cyclodextrin for minimization of “goaty flavour” of yoghurt from goat milk. *Boletim do Centro de Pesquisas Processamento de Alimentos*, 19 (1), 13-22.
- Enríquez, D. F. (2012). *Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional de Trujillo–Perú.

- Enríquez, D., Sánchez-Gonzales, J. & Santander, P. (2012). Efecto de la concentración de sólidos totales de la leche entera y tipo de cultivo comercial en las características reológicas del yogurt natural tipo batido. *Agroindustrial Science*, 2, 173-180.
- Freudig, B., Hogekamp, S., & Schubert, H. (1999). Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. *Chemical Engineering and Processing*. 38, 525-532.
- Giese, J. (1994). Proteins as ingredients: types, functions, applications. *Food technology*, 48 (10), 50.
- Guggisberg, D., Eberhard, P. & Albrecht, B. (2007). Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. *International Dairy Journal*, 17 (11), 1353-1359.
- Guinee, T., Mullins, W. & Cotter, M. (1995). *Yoghurts Stabilised with Different Dairy Ingredients*. Estados Unidos: Editorial Milchiwissenschaft.
- Hassan, A. N., Ipsen, R., Janzen, T. & Qvist, K. B. (2003). Microstructure and rheology of yoghurt made with cultures differing only in their ability to produce exopolysaccharides. *Journal of Dairy Science*, 86, 1632-1638.
- Hebard, C. E., Flick, G. J. & Martin, R. E. (1982). Occurrence and significance of trimethylamine oxide and its dérivâtes in fish and shellfish. In RE Martin, GJ Flick & X Hebard (Eds.), *Chemistry and biochemistry of marine food products* (pp. 149-304). Westport, Connecticut: Avi. Publishing Company.
- Ibarra, L. R. (2006). Efectos sobre la calidad y funcionalidad del músculo de manto de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) sometido al almacenamiento en hielo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Bioquímico. México: Instituto Tecnológico de Tepic.
- ICON-INSTITUT GmbH Private Sector (2009). Estudios para el desarrollo de clúster en la actividad pesquera industrial y artesanal de anchoveta y pota. Recuperado de <http://www.mincetur.gob.pe/Comercio/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/114.pdf>
- IMARPE-Paita (2009). Pota, composición química y nutricional. Recuperado de <http://www.imarpe.pe/paita/especies/invertebrados/pota/pota.htm>

- Jaya, S. & Das, H. (2003). A vacuum drying model for mango pulp. *Drying Technology*, 21 (7), 1215-1234.
- Kaaki, D., Kebbe, O., Najm, N. E. & Olabi, A. (2012). Preference mapping of commercial Labneh (strained yogurt) products in the Lebanese market. *Journal of Dairy Science*, 95 (2), 521-532.
- Keating, P. & Gaona, H. (1999). *Introducción a la Lactología* (2ª ed.). México, D.F: Limusa.
- Keyl, F., Argüelles, J. & Tafur, R. (2010). Interannual variability in size structure, age, and growth of jumbo squid (*Dosidicus gigas*) assessed by modal progression analysis. ICES. *Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fsq167.
- Kong, X., Zhou, H. & Qian, H. (2007). Enzymatic preparation and functional properties of wheat gluten hydrolysates. *Food Chem.*, 101 (2), 615-620.
- Lawless, H. T. (1998). *Sensory evaluation of food*. USA: Principles and Practices.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: principles and practices* (2da ed.). New York: Springer.
- Lebenthal, E., Lee, P. C. & Heitinger, L. A. (1983). Impact of development of the gastrointestinal tract on infant feeding. *J. Pediatr.*, 102, 1-9.
- Lewis, M. J. (1993). *Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado* (Primera edición). Zaragoza: Acribia.
- Mahmoud, M. (1994). Physicochemical and functional properties of protein hidrolysates in nutritional products. *Journal of food technology*, 48, 89-95.
- Marcial-Ramos, R. W. (1996). Estructura poblacional, madurez sexual y alimentación de *Dosidicus gigas*, desembarcada por la pesca artesanal en Paíta, septiembre de 1995 - agosto de 1996. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- Markaida, U. (2006). Food and Feeding of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California and adjacent waters alter the 1997-98 El Niño event. *Fish. Res.*, 1-12.
- Markaida, U. & Sosa-Nishizaki, O. (2003). Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 83:4162/1-16.

- Markaida, U., Quiñónez-Velázquez, C. & Sosa-Nishizaki, O. (2004). Age, growth and maturation of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Fish Res.*, 66 (1), 31-47.
- Martins, V. B. & Netto, F. M. (2006). Physicochemical and functional properties of soy protein isolate as a function of water activity and storage *Food Research International*, 39, 145-153.
- Masa, S., Solari, A. & Albrecht-Ruiz, M. (2008). Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la pota mediante lavados con soluciones ácidas y neutralizantes. *Bol. Invest. Inst. tecnol. Pesq. Perú*, 8, 23-29.
- Moral, A. (1987). Métodos físicos-químicos de control de calidad de pescados. *Alimentación Equipos y Tecnología*, 5 (6), 115-122.
- Nieto, I., Karlen, J. & Ramos, E. (2013). Fortificación de yogur batido con alto contenido proteico. Santa Fe, Argentina. INTI Lácteos Sede Rafaela.
- Nigmatullin, C., Nesis, K. & Arkhipkin, A. (2001). A review of the biology of the jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research*, 54, 9-19.
- Nora, C., Müller, C., Bona, G., Ríos, A., Hertz, P., Jablonski, A., Jong, E. & Flôres, S. (2014). Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 34, 18–25.
- Ojeda, A. (2010). *Elaboración de yogurt a base de leche enriquecido con quinua*. Tesis. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad de las Américas. Quito.
- Paraman, I., Hettiarachchy, N. S., Schaefer, C. & Beck, M. I. (2007). Hydrophobicity, solubility, and emulsifying properties of enzyme-modified rice endosperm protein. *Cereal Chem.*, 84 (4), 343-349.
- Penna, A. L. B., Oliveira, M. N. & Tamime, A. Y. (2003). Influence of carrageenan and total solids content on the rheological properties of lactic beverage made with yogurt and whey. *Journal of Texture Studies*, 34, 95-113.

- Pirkul, T., Temiz, A. & Kemal, Y. (1998). Fortification of yoghurt with calcium salts and its effects on starter microorganisms and yoghurt quality. *International Dairy Journal*, 11, 547-551.
- Puppo, M. C. & Añón, M. C. (1998). Effect of pH and protein concentration on rheological behavior of acidic soybean protein gels. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 3039-3046.
- Puvanenthiran, A., Williams, R. P. W. & Augustin, M. A. (2002). Structure and visco-elastic properties of set yoghurt with altered casein to whey protein ratios. *Int. Dairy J.*, 12, 383–391.
- Ramaswamy, H. S. & Basak, S. (1992). Pectin and raspberry concentrate on the rheology of stirred commercial yogurt. *Journal of Food Science*, 57 (2), 357-360.
- Ramos, K. P. & Zabaleta, K. S. (2013). *Elaboración de un yogur estandarizado con adición de Hibiscus sabdariffa (flor de Jamaica), con propiedad funcional (antioxidante)*. Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias.
- Remeuf, F., Mohammed, S., Sodini, I. & Tissier, J. P. (2003). Preliminary observations on the effects of milk fortification and heating on microstructure and physical properties of stirred yogurt. *Int. Dairy J.*, 13, 773–782.
- Rinaldonis, A. N., Campderrós, M. E. & Pérez, A. (2010). *Yogures deslactosados elaborados con concentrados de leche bovina y de soja obtenidos por ultrafiltración*. Instituto de Investigaciones en Tecnología Química (INTEQUI- CONICET) Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis, Argentina.
- Rincón, F., Oberto, A. & León de Pinto, G. (2005). Funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semidescremado. *Revista Científica (FCV-LUZ)*, 15, (1), 83-87.
- Rivas, A. (2001). *Efecto de la adición de calcio sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de dos tipos de yogur*. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de las Américas-Puebla.

- Rohm, H. & Schmid, W. (1993). Influence of dry matter fortification on flow properties of yogurt. Evaluation of flow curves. *Milchwissenschaft*, 48 (10), 556-560.
- Ruíz-Henestrosa, V. P., Carrera-Sanchez, C., Yust, M. M., Pedroche, J., Millan, F. & Rodriguez-Patino, J. M. (2007). Limited enzymatic hydrolysis can improve the interfacial and foaming characteristics of beta-conglycinin. *J. Agric. Food Chem.*, 55 (4), 1536-1545.
- Ruiz, C., Moral, A., Morales, J. & Montero, P. (2002). Characterisation of non-protein nitrogen in the Cephalopods volador (*Ilex coindetii*), pota (*Todaropsis eblanae*) and octopus (*Eledone cirrhosa*). *Food Chemistry*, 76, 65-172.
- Säker, W. (2011). *Efecto del cultivo láctico y adición de gelatina y sacarosa sobre la sinéresis, viscosidad, sabor y consistencia en leche fermentada*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.
- Salazar, M. (1982). *Manual de Técnicas de Análisis Químico de Alimentos*. Escuela Politécnica del Litoral. Ecuador. pp. 19-18,47-50,82-85.
- Schubert, H. (1993). Instantization of powdered food products. *Int. Chemical Engineering*, 33, 28-45.
- Shittu, T. A. & Lawal, M. O. (2007). Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. *Food Chemistry*, 100 (1), 91-98.
- Singh, G. & Muthukumarappan, K. (2008). Influence of calcium fortification on sensory, physical and rheological characteristics of fruit yoghurt. *LWT—Food Science and Technology*, 41, 1145–1152.
- Sodini, I., Remeuf, F., Haddad, S. & Corrieu, G. (2004). The relative effect of milk base, starter process on yogurt texture: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 44, 113–137.
- Spreer, E. (2000). *Lactología Industrial, leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos* (3^a ed.). Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Spreer, L. (1991). *Lactología industrial*. Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Stone, H. & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices*. Amsterdam, Boston: Elsevier Academic Press.

- Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (1991). *Yogurt: Ciencia y Tecnología* (1ª ed.). Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- Tárrega, A. & Costell, E. (2006). Effect of inulin addition on rheological and sensory properties of fat-free starchbased dairy desserts. *International Dairy Journal*, 16 (9), 1104-1112.
- Tavman, I. & Taiman, S. (1999). Measurement of thermal conductivity of dairy products. *Journal of Food Engineering*, 41, 109114.
- Torricella, R. G., Zamora, E. & Pulido, H. (2007). Evaluación sensorial: Aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria (2a ed.) Ciudad de La Habana: Editorial Universitaria.
- Tridjoko, W., Bouillannie, C., Landon, M. & Desmazeaud, M. (1992). Bacterial growth and volatile compounds in yogurt-type products from soymilk containing *Bifidobacterium ssp.* *Journal of Food Science*, 55, 153-155.
- Tudorica, C. M., Brennan, C. S., Kuri, V. & Jones, T. E. R. (2002). *Yoghurt rheology and microstructure as affected by barley glucan inclusion*. En: *Progress in Rheology: Theory and Applications* (eds. F.J. Martínez, A. Guerrero, P. Partal, J. Franco y J. Muñoz) pp. 425-427. Publicaciones Digitales S.A., Sevilla, España.
- Vásquez, M. (2008). *Viabilidad y propiedades fisicoquímicas de leche fermentada probiótica*. Tesis de Maestría. Ciencia de alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos. Universidad de las Américas: Puebla. México.
- Vélez, J. & Rivas, A. (2001). Propiedades y características del yogur. *Revista Internacional Información Tecnológica*, 12 (6), 35-42.
- Vélez-Ruiz, J. F. & Barbosa-Cánovas, G. V. (1997). Rheological properties of selected dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37 (4), 311-359.
- Vera, R. (2011). *Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina, sobre la viscosidad aparente, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo. Perú.

- Vioque, J. & Millán, F. (2006). Los hidrolizados proteicos en alimentación: suplementos alimenticios de gran calidad funcional y nutricional. *CTC Alimentación. Agroscic.* 26, 96-102.
- Vioque, J., Sanchz-Vioque, R., Pedroche, J. & Yust, M. M. F. (2001). Obtención y aplicación de concentrados y aislados proteicos. *Grasas y aceites*, 2 (52), 127-131.
- Yin, S., Tang, C., Cao, J., Hu, E., Wen, Q. & Yang, X. (2008). Effects of limited enzymatic hydrolysis with trypsin on the functional properties of hemp (*Cannabis sativa L.*) protein isolate. *Food Chem.*, 106 (3), 1004-13.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha de evaluación sensorial para el yogurt elaborado con polvo proteico de pota.

Evaluación sensorial

Prueba de Aceptabilidad

Prueba Hedónica (escala de nueve puntos)/Escala hedónica de noveno grado

Panel: 10 panelistas semi-entrenados

Arbitrado por: Javier Saúl Córdova Ramos

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan seis muestras de yogurt. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le guste o le disguste cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente	6	Me gusta levemente
2	Me disgusta mucho	7	Me gusta moderadamente
3	Me disgusta moderadamente	8	Me gusta mucho
4	Me disgusta levemente	9	Me gusta extremadamente
5	No me gusta ni me disgusta		

Código	Calificación para cada Atributo			
	Sabor	Aroma	Textura	Color
YM1				
YM2				
YM3				
YM4				
YM5				
YM6				

Anexo 2. Puntaje promedio del análisis sensorial para cada tratamiento.

Tratamientos	Calificación para cada atributo			
	Sabor	Aroma	Textura	Color
YM1	8,3	7,4	7,9	7,4
YM2	8,4	7,6	8,6	7,8
YM3	5,3	5,4	5,1	5,7
YM4	5,1	4,1	4,3	4,6
YM5	5,0	4,1	3,3	5,4
YM6	8,5	8,6	8,3	8,1

Anexo 3. Análisis estadístico de la variable pH del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota.

ANOVA de un factor
pH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,673	5	,135	1424,576	,000
Intra-grupos	,001	12	,000		
Total	,674	17			

pH

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
5	3	4,0567	4,1567	4,2100	4,3133	4,4267	4,6467
4	3						
3	3						
2	3						
1	3						
6	3						
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: pH

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	,11333 [*]	,00793	,000	,0867	,1400
	3	,21667 [*]	,00793	,000	,1900	,2433
	4	,27000 [*]	,00793	,000	,2433	,2967
	5	,37000 [*]	,00793	,000	,3433	,3967
	6	-,22000 [*]	,00793	,000	-,2467	-,1933
2	1	-,11333 [*]	,00793	,000	-,1400	-,0867
	3	,10333 [*]	,00793	,000	,0767	,1300
	4	,15667 [*]	,00793	,000	,1300	,1833
	5	,25667 [*]	,00793	,000	,2300	,2833
	6	-,33333 [*]	,00793	,000	-,3600	-,3067
3	1	-,21667 [*]	,00793	,000	-,2433	-,1900
	2	-,10333 [*]	,00793	,000	-,1300	-,0767
	4	,05333 [*]	,00793	,000	,0267	,0800
	5	,15333 [*]	,00793	,000	,1267	,1800
	6	-,43667 [*]	,00793	,000	-,4633	-,4100
4	1	-,27000 [*]	,00793	,000	-,2967	-,2433
	2	-,15667 [*]	,00793	,000	-,1833	-,1300
	3	-,05333 [*]	,00793	,000	-,0800	-,0267
	5	,10000 [*]	,00793	,000	,0733	,1267
	6	-,49000 [*]	,00793	,000	-,5167	-,4633
5	1	-,37000 [*]	,00793	,000	-,3967	-,3433
	2	-,25667 [*]	,00793	,000	-,2833	-,2300
	3	-,15333 [*]	,00793	,000	-,1800	-,1267
	4	-,10000 [*]	,00793	,000	-,1267	-,0733
	6	-,59000 [*]	,00793	,000	-,6167	-,5633
6	1	,22000 [*]	,00793	,000	,1933	,2467
	2	,33333 [*]	,00793	,000	,3067	,3600
	3	,43667 [*]	,00793	,000	,4100	,4633
	4	,49000 [*]	,00793	,000	,4633	,5167
	5	,59000 [*]	,00793	,000	,5633	,6167

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05.

Anexo 4. Análisis estadístico de la variable acidez del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota.

ANOVA de un factor

Acidez

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,157	5	,031	410,224	,000
Intra-grupos	,001	12	,000		
Total	,158	17			

Acidez

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
6	3	,762000					
1	3		,810000				
2	3			,852000			
3	3				,885000		
4	3					,942000	
5	3						1,050000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Acidez

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-,0420000*	,0071414	,001	-,065987	-,018013
	3	-,0750000*	,0071414	,000	-,098987	-,051013
	4	-,1320000*	,0071414	,000	-,155987	-,108013
	5	-,2400000*	,0071414	,000	-,263987	-,216013
	6	,0480000*	,0071414	,000	,024013	,071987
2	1	,0420000*	,0071414	,001	,018013	,065987
	3	-,0330000*	,0071414	,006	-,056987	-,009013
	4	-,0900000*	,0071414	,000	-,113987	-,066013
	5	-,1980000*	,0071414	,000	-,221987	-,174013
	6	,0900000*	,0071414	,000	,066013	,113987
3	1	,0750000*	,0071414	,000	,051013	,098987
	2	,0330000*	,0071414	,006	,009013	,056987
	4	-,0570000*	,0071414	,000	-,080987	-,033013
	5	-,1650000*	,0071414	,000	-,188987	-,141013
	6	,1230000*	,0071414	,000	,099013	,146987
4	1	,1320000*	,0071414	,000	,108013	,155987
	2	,0900000*	,0071414	,000	,066013	,113987
	3	,0570000*	,0071414	,000	,033013	,080987
	5	-,1080000*	,0071414	,000	-,131987	-,084013
	6	,1800000*	,0071414	,000	,156013	,203987
5	1	,2400000*	,0071414	,000	,216013	,263987
	2	,1980000*	,0071414	,000	,174013	,221987
	3	,1650000*	,0071414	,000	,141013	,188987
	4	,1080000*	,0071414	,000	,084013	,131987
	6	,2880000*	,0071414	,000	,264013	,311987
6	1	-,0480000*	,0071414	,000	-,071987	-,024013
	2	-,0900000*	,0071414	,000	-,113987	-,066013
	3	-,1230000*	,0071414	,000	-,146987	-,099013
	4	-,1800000*	,0071414	,000	-,203987	-,156013
	5	-,2880000*	,0071414	,000	-,311987	-,264013

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Anexo 5. Análisis estadístico de la variable viscosidad del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota.

ANOVA de un factor

Viscosidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	958956650,000	5	191791330,000	1835,031	,000
Intra-grupos	1254200,000	12	104516,667		
Total	960210850,000	17			

Viscosidad

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
6	3	37210,0000					
1	3		38660,0000				
2	3			40933,3333			
3	3				44333,3333		
4	3					48033,3333	
5	3						58900,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Viscosidad

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-2273,33333 [*]	263,96549	,000	-3159,9725	-1386,6942
	3	-5673,33333 [*]	263,96549	,000	-6559,9725	-4786,6942
	4	-9373,33333 [*]	263,96549	,000	-10259,9725	-8486,6942
	5	-20240,00000 [*]	263,96549	,000	-21126,6392	-19353,3608
	6	1450,00000 [*]	263,96549	,001	563,3608	2336,6392
2	1	2273,33333 [*]	263,96549	,000	1386,6942	3159,9725
	3	-3400,00000 [*]	263,96549	,000	-4286,6392	-2513,3608
	4	-7100,00000 [*]	263,96549	,000	-7986,6392	-6213,3608
	5	-17966,66667 [*]	263,96549	,000	-18853,3058	-17080,0275
	6	3723,33333 [*]	263,96549	,000	2836,6942	4609,9725
3	1	5673,33333 [*]	263,96549	,000	4786,6942	6559,9725
	2	3400,00000 [*]	263,96549	,000	2513,3608	4286,6392
	4	-3700,00000 [*]	263,96549	,000	-4586,6392	-2813,3608
	5	-14566,66667 [*]	263,96549	,000	-15453,3058	-13680,0275
	6	7123,33333 [*]	263,96549	,000	6236,6942	8009,9725
4	1	9373,33333 [*]	263,96549	,000	8486,6942	10259,9725
	2	7100,00000 [*]	263,96549	,000	6213,3608	7986,6392
	3	3700,00000 [*]	263,96549	,000	2813,3608	4586,6392
	5	-10866,66667 [*]	263,96549	,000	-11753,3058	-9980,0275
	6	10823,33333 [*]	263,96549	,000	9936,6942	11709,9725
5	1	20240,00000 [*]	263,96549	,000	19353,3608	21126,6392
	2	17966,66667 [*]	263,96549	,000	17080,0275	18853,3058
	3	14566,66667 [*]	263,96549	,000	13680,0275	15453,3058
	4	10866,66667 [*]	263,96549	,000	9980,0275	11753,3058
	6	21690,00000 [*]	263,96549	,000	20803,3608	22576,6392
6	1	-1450,00000 [*]	263,96549	,001	-2336,6392	-563,3608
	2	-3723,33333 [*]	263,96549	,000	-4609,9725	-2836,6942
	3	-7123,33333 [*]	263,96549	,000	-8009,9725	-6236,6942
	4	-10823,33333 [*]	263,96549	,000	-11709,9725	-9936,6942
	5	-21690,00000 [*]	263,96549	,000	-22576,6392	-20803,3608

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Anexo 6. Análisis estadístico de la variable sinéresis del yogurt elaborado con adición de polvo proteico de pota.

ANOVA de un factor

Sinéresis

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,440	5	,488	305,912	,000
Intra-grupos	,019	12	,002		
Total	2,459	17			

Sinéresis

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
5	3	,0953					
4	3		,4213				
3	3			,7530			
2	3				,9133		
1	3					1,0400	
6	3						1,1600
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3.000.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Sinéresis

Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey

(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	,12667 [*]	,03261	,021	,0171	,2362
	3	,28700 [*]	,03261	,000	,1775	,3965
	4	,61867 [*]	,03261	,000	,5091	,7282
	5	,94467 [*]	,03261	,000	,8351	1,0542
	6	-,12000 [*]	,03261	,029	-,2295	-,0105
2	1	-,12667 [*]	,03261	,021	-,2362	-,0171
	3	,16033 [*]	,03261	,004	,0508	,2699
	4	,49200 [*]	,03261	,000	,3825	,6015
	5	,81800 [*]	,03261	,000	,7085	,9275
	6	-,24667 [*]	,03261	,000	-,3562	-,1371
3	1	-,28700 [*]	,03261	,000	-,3965	-,1775
	2	-,16033 [*]	,03261	,004	-,2699	-,0508
	4	,33167 [*]	,03261	,000	,2221	,4412
	5	,65767 [*]	,03261	,000	,5481	,7672
	6	-,40700 [*]	,03261	,000	-,5165	-,2975
4	1	-,61867 [*]	,03261	,000	-,7282	-,5091
	2	-,49200 [*]	,03261	,000	-,6015	-,3825
	3	-,33167 [*]	,03261	,000	-,4412	-,2221
	5	,32600 [*]	,03261	,000	,2165	,4355
	6	-,73867 [*]	,03261	,000	-,8482	-,6291
5	1	-,94467 [*]	,03261	,000	-1,0542	-,8351
	2	-,81800 [*]	,03261	,000	-,9275	-,7085
	3	-,65767 [*]	,03261	,000	-,7672	-,5481
	4	-,32600 [*]	,03261	,000	-,4355	-,2165
	6	-1,06467 [*]	,03261	,000	-1,1742	-,9551
6	1	,12000 [*]	,03261	,029	,0105	,2295
	2	,24667 [*]	,03261	,000	,1371	,3562
	3	,40700 [*]	,03261	,000	,2975	,5165
	4	,73867 [*]	,03261	,000	,6291	,8482
	5	1,06467 [*]	,03261	,000	,9551	1,1742

*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.